科學通論

（定價一元六角）

中華民國二十三年一月增訂再版

編譯者 中國科學社

發行者 中國科學社 上海亞爾培路五三三號

印刷者 中國科學公司 上海[illegible]六四九號

分售處 上海及各埠商務印書館

本書據中國科學社1934年版影印

初版弁言

是篇爲彙集四年來『科學』中論說之泛論科學性質者而成。『科學』編輯凡例：首通論、次各專門科學、次各科學之應用。以志在宣播科學大意、故普通論文尤多。方不佞旅居美陸、頗聞人評論『科學』內容：以謂通論文字、方之他邦科學雜誌、如美之科學週刊、科學月報等、未遑多讓：獨專門中能以新發明爲世界貢獻者尙少耳。不佞既慚斯言、又以『科學』職志在彼不在此自解。頃者身入國門、與父老兄弟相問切、然後知承學之士、知科學爲何物者、尙如鳳毛麟角：是真吾人數年以來、抱獻曝之忱、殷殷內望、所不及料者也。夫求學以實不以言、能倡作之謂聖。科學主能、在發明新理、尤不當以繼述爲足。雖然、人情不知真善之所在、則忻羨追求之念不生。茲編所收、雖不足語於科學、而於解釋科學之役、庶幾有當。卞和不悔於三刖之痛、是以荊山之璞、終爲世寶。推斯意也、以讀是編、明日黃花之誚、庶幾免乎。民國七年十二月任鴻雋

再版弁言

溯自『科學通論』發行以來、已十有四載、此十餘年中，對於科學上之通論，散見於『科學』雜誌者、頗多佳作。爰於再版之次、儘量增益、以廣流傳。初版刊印時、通論尚如鳳毛、未易分編。玆則篇幅增多、因類別爲七編以清眉目。研究科學者常先精神、次方法、次分類。故列科學真詮於首、方法與分類次之。方法與分類既定、然後研究與發明可得而言矣。有研究與發明然後可以應用。此科學進展不易之序也。故以發明與應用爲繼。爲謀科學之發展於中國、次列中國之科學爲一編。維科學之發展莫不有賴於學會、因選科學與學會一編以爲之殿焉。是爲編是書之綱要、聊以醒讀者之耳目焉耳。

編者謹誌

民國二十三年一月

科學通論目次

第三編 科學分類

第四編 研究與發明

第七編　科學學會

第一編　科學眞詮

一　科學精神論（註一）

任鴻雋

吾聞今之談學術者有言、『古之爲學者於文字、今之爲學者於事實、二十世紀之文明無他、卽事實之學戰勝文字之事之結果而已』斯言也、何其深切著明、而足代表科學之殊性與特質也。自十七世紀培根笛卡兒加里雷倭牛頓諸哲人降世以後、實驗之學盛、而科學之基立。承學之士、奮其慧智、旁搜博討、繼長而增高、遂令繁衍之事物、蔚爲有條理之學術。其施於實用、則爲近世工商業上之發明。及於行事、則爲晚今社會改革之原動。影響於人心、則思想爲之易其趨。變化乎物質、則生命爲之異其趣。故謂科學爲近世西方文化之本源、非過語也。海通以來、西力東漸。東方諸國、受其勢力之壓逼、而莫知其勢力所自起。浸假而見其製作之奇巧、則以奇製爲西人之特長。浸假而聞其工商之發達、則以實業爲彼方之獨擅。迨遲之又久、去所謂奇製與實業

（註一）見民國四年『科學』第二卷第一期

者、皆有學以爲之本根。又遲之又久、始去西方之學、有異乎東方之所謂學者、其名曰科學。於是又以爲科學者、卽奇製與實業之代表。吾國近日朝野上下、知講科學矣。吾敢謂其對於科學之觀念、尙不出此物質與功利之間也。夫奇製實業者、科學之產物。奇製實業之不得爲科學、猶鴞炙之不得爲彈也。故於奇製實業求科學者、其去科學也千里。

明乎科學之非物質的、功利的、則當於理性上學術上求科學矣。古今學術之範圍、約之可分爲行知覺三科。屬於行者、道德之事、以陶淑身心爲歸者也。屬於知者、智識之事、以啓鑰天然爲要者也。屬於覺者、情感之事、以審美適性爲能者也。科學在三者中、屬知之事。以自然現象爲研究之材料、以增進智識爲指歸、故其學爲理性所要求、而爲向學者所當有事、初非豫知其應用之宏與收效之巨而後爲之也。夫非豫去其應用之宏與收效之巨、而終能發揮光大以成經緯世界之大學術、其必有物焉爲之亭毒而蘊釀、使之一發而不可遏、蓋可斷言。其物爲何、則科學精神是。於學術思想上求科學、而遺其精神、猶非能知科學之本者也。

疑者曰、科學者、取材於天地自然之現象、成科於事實參驗之歸納、本無人心感情參與其間。今言科學而首精神何故。答曰、凡現象事實參驗云者、自科學已始之後言之也。吾所謂精神、自科學未始之前言之也。今夫宇宙之間、凡事業之出於人爲者、莫不以人志爲之先導。科學者、望之似神奇、極之盡造化、而實則生人理性之所蘊積而發越者也。理性者、生人之所同具也。唯其用之也不同、斯其成就也異、唯其所志也異、斯其用之也不同。人唯志於好古敏求、於是乎有考據之學。人唯志於淑身治世、於是乎有義理之學。人唯志於文采風流、於是乎有詞章之學。人唯志於干祿榮官、於是乎有制藝之學。(今暫謂制藝爲學)近二百年來、西方科學蓋占彼洲人士聰明睿智之大半矣、而謂彼方人士得之偶然、如拾金於途、莫或乞嚮而驟臻巨富、其誰信之。故吾人言科學、乃不可不於所謂科學精神者一考之也。

科學精神者何。求真理是已。真理者、絕對名詞也。此之爲是者、必彼之爲非、非如莊子所云『此亦一是非、彼亦一是非』也。世間自有真理、不可非難、如算術上之全大於分、幾何上之交矩成方、是其一例。而柏拉圖言人性有闡發真理之能、卽以教人推證

幾何形體爲之印證。(註二)眞理之爲物、無不在也。科學家之所知者、以事實爲基、以試驗爲稽、以推用爲表、以證驗爲決、而無所容心於已成之教、前人之言。又不特無容心已也、苟已成之教、前人之言、有與吾所見之眞理相背者、則雖艱難其身、赴湯蹈火以與之戰、至死而不悔。若是者、吾謂之科學精神。昔者歐洲中世、教宗馭世、凡宗教家說、人莫得而非難之也。且以宗教勢力之盛、凡教之所謂是者、學者亦從而爲之說焉。其有毅然不顧、摧神教荒唐之讏言以開人道眞理之曙光者、則晚近數十哲人科學精神之所旁薄而鬱積也。宗教家言、神造世界、人始亞當。天之生人、以事神也。神造世界、以爲人也。而達爾文沃力斯之徒曰否、人與世界同爲天演大力所陶鑄、而非有眞神爲之主宰也。宗教家言、地體居中、靜而不移、日月星辰、各有天使主之、使放光明於大地。而加里雷倭牛頓之徒曰否。日月星球、皆隨引力之律以成運行。凡諸彗孛飛流、麗天樊然者、吾皆有術以測其往來而善惡之說無所容也。宗教家言、世間末日、轉瞬卽至、生是間者但當以救靈魂爲務、無庸及他。物質創於上帝、人勿得而推究之、有爲之

(註二)見柏拉圖問答

者、是曰測神、其罪不赦。而一一培根(註三)之徒曰否。非格物何以致知、吾當精吾歸納之術、極吾試驗之能、以闡自然界之閟蘊焉。之數公者、自今日觀之、皆具左右一世思想之力、舉世皆知尊仰其人矣、而當其倡學之始、宗教斥爲背道、社會詆爲妖狂。如達爾文人始猨猱之說出、當時論者罪其沒上帝生人之神功、而同人類於禽獸。洛紂培根將試驗化學與克斯福(Oxford)學生奔走駭汗、以謂惡魔出世、人無所安息。之數公者、幸則百難衆艱、卒收最後勝利、不幸乃瘦死黑獄、身爲齋炬。吾人今日望古遙集、馨香俎豆、豈特以其學詣之足鄙哉、其精神固當興起百世矣。

夫科學精神之高尙純潔、旣有如上所述矣。其見於研究與致知之間者則何如。譬之幾何學由公理而求定例、則

(一)崇實。吾所謂實者、凡立一說、當根據事實、歸納羣象、而不以稱誦陳言、憑虛構造爲能。今夫事之是不是、然不然、於何知之、亦知之事實而已。吾言水可升山、馬有五

(註三)二培根指洛紂培根(Roger Bacon)與弗蘭西斯培根(Francis Bacon)洛紂培根十三世紀人、精物理化學、以背教義得罪。弗蘭西斯培根倡歸納論理學。

足、固無不可者。不衷諸事實、人亦安能難我。天演說與創造說、絕相冰炭也。持天演論者、上搜乎太古之化石、下求於未生之胎卵、中觀乎生物之分布、證據畢羅、轍迹井然、若溯世系者、張圖陳譜、而昭穆次序不可得而紊也。而持創造說者則反是。荒誕之神話、傳聞之遺詞、以言證言、終無可爲辨論之具。則謂創造說之不能成立、正以其無實可耳。加里雷倭地動之說、亦當時所疾視而思撲滅者也。顧以其手製望遠鏡、發明新事實、其說遂顛撲不破。其他新學說新思想之能永久成立、發揮光大者、無不賴事實爲之呵護。近世學者分智識爲正(positive)負(negative)兩種。凡智識之有價值者、皆屬於正者也。凡智識之正者、皆根於事實者也。反之、智識之純出於理想者則歸之負。負智識之價值不得與正者同日而語、固彰彰甚明。

(二)貴確。　吾所謂確、謂於事物之觀察、當容其眞象、盡其底細、而不以模棱無畔岸之言爲足是也。弗蘭西斯培根有曰。「眞理之出於誤會者、較出於瞀亂者爲多」。蓋「誤會」可改、「瞀亂」不可醫也。確爲「瞀亂」之反對、其得之也不出二法。一、分析現象之複雜者、分析之以至其至簡、因以明其原因之所在。煑水乾涸而得殘滓、則爲之調

暨水之來源、水中所含之成分、盛水器皿之物質是否能融解於水者、不曰水可變爲他之固質也。以自爲的或人爲的催眠狀態發爲譫語、侃侃而道過去或未來之事、則爲之深考心理現狀、證明半覺(sub-conscience)之作用、不曰此鬼有存在之證也。凡此論斷之多誤、多由分析之未精。故科學家之研究、必以分析爲首務。二定量。普通智識之異於科學智識者、一僅及乎形容、一必表以數量。夫曰木入火必熱、鉛入水必沈、此普通智識所知也。科學者、必測定其木著火之溫度、鉛比水重之倍數。日月地球之運行、其互相虧食當在何時。有一定量之重、欲升高若干尺、其所須之力當若干。與以若干克之酸、欲中和之、當須若干克之鹻。凡此之類、無不以時空間力質諸單位表之。在科學上未及於數量之表示、確之程度終未得爲已達也。吾人每以讀書不求甚解自高、屬辭比事、多含混不了之語。乃至山之高低、河之長短、路程之遠近、國境之廣袤、民人戶口之數、舉無一可信之統計。其去於科學精神也遠矣。

以上所說科學精神、崇實、貴確、畢簡甚矣。而迴顧神州學風、與科學精神若兩極之背馳而不相容者、亦有數事。不撥而去之、日日言科學、譬欲煑沙而爲飯耳。吾所謂學風

之不利於科學者何也。(一)好虛誕而忽近理。自箕子以洪範陳教、所言多五行陰陽之說。而古人重祀祟鬼、祝宗卜史、列爲專官。轉相附會、遂成陰陽家之言。周末齊稷下之士、尤善嫋唱。秦火以後、今文家說盛於西漢。五行勝剋陰陽生死之說、羼滿經籍。遂若世間於可察可覺之一切現象外、別有一不可思議之物、爲世界一切物變之主宰。而究其所謂五行之說、以統物質、則匏落不切實際、以詷世變、則糾繞而不近物情。蓋於人之知識智慧、兩無取也。夫潤下何能作鹹、炎上何以作苦。於至淺近之物理、尙未體督無謬、而以爲得天地自然之窔奧、不復深加研究、此所以靈明日錮而學術不進也。嗣是道家者出而附麗之、則陰陽鬼神之說中於人心、至今爲烈矣。(二)重文章而輕實學。承千年文敝之後、士唯以虛言是尙。彫文琢字、著述終篇、便泰然謂「絕業名山事早成」而無復研究事實考求眞理之志。即晚近實驗之學輸入中土、讀者亦每以文章求之、以是多不爲人所喜。夫「言之無文、行而不遠」。吾非謂談科學者、遂可以學術之艱深、文其文字之淺陋。然當時學者之所須求、究在彼不在此。今有某先生者，偶然出其「中天迴溯」之文字、移譯數十年前天演說者之論文一二册、而海內學

者已羣然以『哲學巨子天演專家』奉之。不知達爾文之發明天演學說、蓋其平生研究生物之結果。其他一時作者、如赫胥黎沃力斯莫非生物學專家。近如發明種奇猝現論之突佛利(註四)與主張胚遺論之外斯門(註五)皆各有其根據之學理事實、非向故紙中討生活者也。以故紙雄文而成天演學者之名、則亦適成爲中國之天演學者而已。(三)篤舊說而賤特思。『吾生也有涯、而知也無涯。』生古人後、誠有時宜利用古人所已知者以補歲月之不足。然非茍以盲從而已。初從事科學者、實驗室中所行、皆古人作之於前、而學者復之於後。凡若是者、非但服習其術、亦不敢以古人之言爲可信而足也。乃觀吾國之持論者不然。發端結論、多用陳言。莊生賢者、猶曰『重言十七』。人性怯於獨行、稱述易於作始、自古然歟。然懷疑不至、真理不出、學術風俗受其成形而不知所改易、則進化或幾乎息。嗚呼、自王充而外、士之能問孔刺孟者有幾人哉。凡上所舉、皆無與於科學之事、然以證無科學精神、則辯者不能爲之辭。夫科學精

(註四)見民國三年『科學』第一卷第一期『生物學概論』

(註五)見本通論『科學與教育』

神之不存、則無科學又不待言矣。

要之、神州學術、不明鬼神、本無與科學不容之處。而學子曖昧、思想錮蔽、乃爲科學前途之大患。吾國學者自將之言曰、『守先待後、舍我其誰。』他國學子自將之言曰、『真理爲時間之嬌女。』中西學者精神之不同具此矣。精神所至、蔚成風氣、風氣所趨、强於宗教。吾國言科學者、豈可以神州本無宗教之障害、而遂於精神之事漠然無與於心哉。

二　科學與知行（註一）

黃昌穀

我們要談科學的精神、請先把科學的來歷和意義、略爲談談。歐洲的文明、在十三世紀以前、比中國還要守舊、人民所研究的學問、不是宗教的聖經、就是古人的陳藉、當時思想、不敢越古人所已說的雷池一步。及到絡紂培根（Roger Bacon）出世以後、極力反對此項求學的法則、主張除古人已有的學說以外、凡屬現在一草一木一禽一獸、是應該研究的、但當時從者極少、故這一種求學的方法、倘沒有實行。遲到十五與十六世紀之交、弗蘭西斯培根（Francis Bacon）繼出以後、更因絡紂培根的學說大行擴充之、於是著了許多書、極力主張學者所當研究的、不是古人遺留下的陳藉、却是天地間自然的現象、研究的方法、不是專讀古人的書、能記能用、便算完事、却是要自己去觀察與試驗、求那真確的事實。由是歐洲學者附和的日多。及加里雷倭(Galileo)牛頓（Newton）、達爾文（Darwin）諸人降世以後、科學的系統、遂完全成立。而

（註一）民國九年八月二日在南京科學社演講稿見民國九年『科學』第五卷第十期。

伍爾夫(Wolf)更擴大其意義、大聲疾呼說、『凡有統系而探其原理的教訓、吾都叫做科學的』所以到了廿世紀、科學的範圍、不但是專說自然現象的學問、就是把一切哲理與政治諸學問、都包括在內。大家更認定科學的精神、有兩項特性。

一、須根據事實、以求真理．不取虛設玄想以爲論據、不放言高論、以爲美談。

二、認定求知求用的宗旨、力行無倦。

科學的來歷與意義、大概不外乎如上文所說。至於本題中知行二字、其來歷與意義、又若何呢、此二字爲我們中國人每日所常用、不必詳說、但是可簡單舉其來源、是傳說告武丁『知之匪艱、行之維艱、』二語得來。以後中國遂相沿有知易行艱的一說、知行岐爲兩途、養成了學者言行不必盡是一致的習氣、到王陽明出世以後、想改正這種習氣、遂說『卽知卽行、知而不行、是爲不知』成立一個『知行合一』的學說、民國以來、國人有說孫中山的理想不能實行、孫氏痛恨此說、更倡『行易知難』的學說、

由是中國講究知行、便附有難易二字。如科學已經發達的泰西各國、從來不注意於

知行難易的問題、只患知而未全行無可行、若是知了、便卽勇往直前、力行不倦。此種精神、恰與王陽明所主張「知行合一」的學說相合。因爲有了此種精神、所以國民勤於求學、勇於任事、力求進取、不尙虛言。其結果非但學問和事業日漸發達、而道德人生方面亦間接受其影響。中國「知行」的問題、本來是一個道德的問題。中國對於道德一層、向來極看重、崇拜聖賢的思想比他國人發達得多、非聖賢之書不讀。然而幾千年來何以道德無進、反而日退一日、近來學者更是無行了。重名利、言不有信、行不顧言、比諸歐美、遠不如了。這又何故呢、可見改良道德、決不是單講道德可以成功的。人的生活是一個複雜的生活、其種種方面多有關聯、斷不是可以單純從一個方面着想的。兄弟以爲就是這個知行問題、論其所以在泰西與在中國不同之原因、還須在有科學與無科學上着想。我們細究上說科學的兩種特性、可說完全代表「知行合一」的精神、再進一層說、此種「知行合一」的精神、在泰西可說是科學的產物。因爲泰西未有科學以前、社會情形與中國是相彷彿、假使不是科學、斷不能有今日的。因爲要講知行合一、須求如何可以行、故須先致知。要求致知、故須格物。格物故須

觀察、須實驗。觀察實驗猶不足、故又佐以理論、理論不全則復輔以實驗。理論既立、則物理自明、卽可進求應用、實行理想了。所以科學非特具求知求行的精神、且具致知與致行的能力、惟其有此能力、故其精神能常保存光大。此種精神、更鎔化於教育中、漸漸推行及於社會生活上、卽成了一種『知行一致』的美習慣。這樣講來、科學的功大矣。物質上的文明、學問和事業的發達更不必論了。所以本社極力提倡科學、正是中國救貧救病維一的根本方法。

講究中國的學術史來、中國亦未嘗不有科學上的發明和著述亦未嘗不有科學的致知致行的精神和方法。陽明的學說、也已經有了幾百年了。却是何以今日中國的學問和事業仍舊這樣不發達、這就是因爲科學的致知致行的方法尙未得門徑、所以求知求行之精神遂亦無從發育、無從光大。至於教育的方法、則更未研究、於致知致行的方法和精神上均不加注意、所以無致知致行的習慣、這兩層就是我們中國根本的大弱點、兄弟要詳細申說的。

第一、沒有致知致行的方法。 中國自與泰西沒有交通以前、數千年講學的方法、與

歐洲十四五世紀以前、大略相似、就是除求古人遺留下的言行以外、自己毫不敢有所建白、所以致知的方法、專是死記古人的書籍罷了。且更有一種普通弊病、便是從蒙學起、都有「好讀書、不求甚解」的惡習慣。就是推之孔子求學的方法、致知須本之格物、然物究竟要如何始可以格、他復沒有說出。他若神農習草木、黃帝刱算術醫藥、后稷明稼穡、禹知水道。墨翟公輸之懂物理機巧、鄧析公孫龍之析異同、子思天圓地方之疑、莊子水中有火之說、不是偏而不全、沒有系統、就是語而不詳、沒有證據。因之中國的學者、或者是埋沒一生、始終不知、或者是自作聰明、所謂「一知半解」。致知的方法沒有、自然更不能致行了。至於科學的致知方法、從弗蘭西斯培根主張研究自然界的現象須行觀察與試驗二法推求真理以後、遂演成現在所謂「歸納法」、至與這法則相對待的、更有所謂「演繹法」。應用前種的法則、便能夠發明古人所未夢有的新知、應用後一種的法則、更能推廣古人不完全的舊知。且因爲當研究的時候、先行之以觀察現象、於是乎得真確的事實、繼行之以試驗事物、於是乎得合理的證據。更因觀察與試驗的時候、須有條理與統系、故其結果爲有比較的選擇。事實

真確、證據合理、結果復有選擇、所以用這種方法所致的知、才算得是「真知」。推而言之、科學家本自己的「真知」來判別天地間的事理。其所謂是的、不是似是而非的是、乃是真是、其所謂非的、不是一時感情好惡的非、乃是真非。因爲泰西人具有科學根底、故真知灼見、事理分明。更加以勇進力行的精神、所以他們的學問和事業、日見發達而光明。中國人人向來少有科學根底、故事理難明、是非鮮有一定的標準、復怯於進取、所以我們的學問和事業、日見退步而黑暗。所以我主張補救中國的學問和事業、須先求致知致行的方法、致行致知的方法在應用泰西觀察和試驗的科學。

第二、沒有致行的習慣。 依上文所說的、中國學者、固然有一生都不知的、但是也有「一知半解」的。如果把所得「一知半解」的思想、若孔孟所說「不患寡、而患不均」兩句話、實地做去、就是現在的「社會主義」也不過如此、「四海之內、皆兄弟也」二句話實地做到、就是美國現在所講的「人道主義」、恐怕沒有這樣好。其他如「行者讓路、耕者讓畔」、「道不拾遺、夜不閉戶」與夫「天視自我民視、天聽自我民聽」諸

說、實地做到、縱然泰東物質上的文明趕不上泰西、但精神上的文明當然可以與泰西比賽一比賽。爲甚麼自東西交通以來、講到學問和事業、無論是精神上的、或物質上的、只有中國人學西洋人、沒有西洋人學中國人呢、推求原因、就是我們中國人自幼至老、毫沒有養成實行的習慣。俗話說『習慣成自然』根據這個道理、來推論中國人的習慣。如從蒙學起、只知道想法則要兒童把古人的遺言如何在腦中能記憶、口內如何能背誦、筆下如何能表述。至於古人的遺言、究竟是好的、或是不好的、全不想法則要兒童來如何能實地領悟證明。就算是好的、又不想法則、要他們如何能實地模倣做到。因爲受這種求學的習慣、故中國人雖是口內能誦、筆下能寫、他們還是『一知半解』的、不能實行。所說的話、是否合理、是否可行、毫不問及。因之古人的嘉言自嘉言、懿行自懿行、至於今人的言行與自己的言行、儘可不符。日人德富蘇遊歷中國、囘國後、卽下一斷案、說『觀支那的文化、其理想與實行、當分作兩途看。』把我們中國『言行不一致』的弊病、眞是看得極清極楚。

至於泰西的科學教育、在小學校的時候、就把天然現象的標本、給與兒童細看、令他

們知道要如何觀察事實，復每日教以實物的游戲、以養成他們好動作的性情。在中學校的時候、所教的除觀察事實並將求其美惡以外、同時復教以與事實相合的職業手工、以養成他們好模倣與實行的美德。及到了大學校、更教以有條理和統系的理論、同時復教以試驗、令他們自己求知求行、以養成其愛實行的習慣。所以西洋人到了問世以後、就把社會上的作事、同學校內的遊戲當作一樣看待。且知道於作一事之先、須推求所想作的事是否可作。既作事以後、復知研究其作法。到了研究有得、始敢放大規模、爲所欲爲。由這一樣說起來、西洋人在受教育的時候、便有好行動的習慣。在做事業的時候、復知道先注重學理以統籌全局。繼注重試驗、以證明其可行與否。所以他們所致的知、焉有不能實行的理、所有的實行、又焉有失敗的理。推究這項教育的良因美果、莫非是近二百餘年來、根據科學精神、反覆研究而得。故我的意思、以爲把中國數千年已有的知、一一施之於實行、更想推出未有的知、達之於實行、來與各國的學業相競爭、非主張科學方法教育國民、在小學的時候注重游戲。中學的時候注重手工、大學的時候注重研究以養成國民能知能行的習慣不可。

就上文說來、諸位固了然於中國早得求學的原理、未得求學的方法。想補救這個弊病、獨一無二的法門、自然非利用泰西的科學不可。正是如孔子所說的、『工欲善其事、必先利其器。』然而科學最發達的國家如德意志、何以不能久享其文明、致一敗塗地呢、又有據科學原理改造的國家如日本、何以全國學者若有賀長雄等、不歸功於泰西的科學、而歸功於中國的『知行合一』呢、我想這兩個疑問、也是諸位應該有的。第一個疑問、牽涉於科學應用的範圍。科學最大之功用固在應用、但是應用太重，其流弊遂至於專尚功利、不顧及道誼。因爲這個原故、德意志的科學、固然是發達到了極頂。但是注重功利太過、其弊到了『質勝文則野』的境界、故在本國所收的功利雖大、同時所受外界疑忌亦多。所以一旦國際外交失調、遂干戈相見、四面楚歌、致一敗而難於收拾、此並非科學的過失。至於日本的維新、則受陽明學說的影響極多。其對於科學研究的特別注重、亦陽明學說當然之結果。故雖受科學之賜、亦未嘗不可歸功於陽明學說。現在我們中國、正宜效法日本從事研究科學、力求致知致行、急起直進。這個重大的責任、全在我們青年。願諸君與全人共勉之。

三　科學與近世文明(註一)

梅加夫

人身構造、嘗有相反爲用之二機能焉。心脈之進行、有急脈以促其震動、卽有緩脈以節其怔忡、二者相反、實相互爲用、而心與全身之調和取劑焉。四肢之筋肉亦然。有司張之筋、卽有司弛之筋以調節之、而全身筋肉乃得各適其適。其於神經之運用也亦然。生理上張弛之得宜、無不自相反之二激刺成之。其於心理之感觸亦莫不然。人唯苦樂之情得其均、而後精神之和平不期而至矣。

相反二力之相成、又不特見於有機體中而已。卽無機世界、何莫非此理所綱維。大之行星以吸斥二力之作用而不失其軌、小之分子以吸斥二力之作用而賴以成質、此理之於自然界、蓋無往而不在也。

人間社會所以前進而不失其秩者、亦賴此相反之二力爲之導引、如馬之有兩轡、左

(註一)此篇爲歐柏林(Oberlin)大學教授梅加夫(Maynard M. Metcalf)民國六年在中國學生會之演說辭、載美國『科學月刊』、任鴻雋節譯。見民國七年『科學』第四卷第四期。

右控御而不失其馳。社會主義也、個人主義也、二者相反、而皆社會進步所不可少之物也。

吾人言及學問、其相反之二力、乃少有異、然其爲社會之軌則同。二力者何、曰保守、曰革新。易詞言之、前者篤附舊習、社會之所以可久。後者趣重新知、社會之所以前進也。今欲覓相當名詞以命此二力、前者吾得命之曰習舊主義（traditionalism）、（註二）後者吾得命之曰科學精神（scientific spirit）。

今之科學家、動輒詆保守主義之爲害、顧吾人於自然法則之研究、不嘗見有惰性與動力二者之相互爲用乎。且惰性之重要、固不視動力有所末減也。

其在社會、保守與革新二主義、誠宜各據所宜、相互爲用。無如此二主義者、常不易調劑而得其平。歐洲中世紀黑暗時代、保守與習舊主義深中於人心、其結果則沈滯現

（註二）（原註）吾此言未嘗分別何者爲有理的保守主義與無理的保守主義。蓋無理的守舊主義、雖大足爲社會進步之阻、而亦未嘗無可用之處。至於「科學精神」云者、實含有大部分之有理的保守主義在內。

象彌漫社會。反之、法國革命、是爲革新主義當陽時代。潰決橫流、不加裁制、其結果乃如烈火爆發、玉石俱焚。夫使二人同渡、各用其槳而不相爲謀、其船雖能前進、然其程之無誤、與其鵠之必達、有難定者矣。欲循正當之途而進行無礙、舍兩人同時共作、若相反而適相成、莫由也。

保守主義有二善。先言其次。人唯篤附舊習、而後新理不易得勢。新理既受反抗。乃將竭力與舊者爭、以證明其真價値之所在。以此競爭、新理愈卽於完全純粹之地位。然保守主義與社會習慣之真價、乃在社會以之而穩固。欲知吾人之行動與社會儕輩之關係、不可不有所據以爲推。今使日之昇落、火之能燃、有生無生物之性質、舉爲偶然不可知之數、今日有然者、明日或未必然、則斯世不且入於渾沌之境而不可以終日耶、社會現象、亦復如是。習慣爲社會生命之原、無之是無社會也。

雖然、習慣爲用之度、以其機體之高下而異。高等植物之感應、幾與無機界無異。下等動物之與外界之感應也、與其謂由於新境之變更、無甯謂由於種性之發見。蓋其感應之情、常有一定、似其一行一動、皆受制於先天之稟賦、而不能以後天之意識變其

常態。是故此等感應、與其謂之個體的、無甯謂之種性的也。唯高等動物不然、有所感動、其應之也、必經思慮、豈特思慮而已、乃待詳愼審擇而後出之。此其事於高等動物有然、而人類爲尤著。

人類及社會之發達、常以習慣爲之先導、而個人與羣體意思之分立、乃其援起。人朝夕營營、無非隨社會習慣以行、其能以一己之自由審慮爲臬、悍然不顧、逕行其是者、遍國中能有幾人。由是言之、吾人之行爲、亦種性的而非個體的也。雖然、動物界位置之高下、以其個體之存在、爲分別之標準。人類社會亦然、其社會中有獨立自思之人、不爲社會習慣所束縛、常倚賴自己而不徒隨俗俯仰、乃其人類發達既高之徵也。

上說有似矛盾而實不然、社會愈進化、隸其社會之人、離社會而獨立之數將愈衆。雖謂此精神上獨立之人數、爲其社會文化程度之表徵、亦無不可。不觀之蜂乎、蜂房以內、有羣而無獨。如使蜂房之內、忽來不順之夫、則大亂立起。人類社會不然、獨立不羈之精神、乃其羣生命之所繫。但個人主義主張太過、亦足爲社會之災。守舊與獨立、社會與個人、相反相爲用、而後生氣乃出。

昔者美國教育司長哈列斯（Harris）嘗有言曰、『公家教育之要旨、在驅個人使合於社會之習尙』古學者塔瑟斯之保羅（Paul of Tarsus）之言曰、『凡事須先加以試驗。試驗之而善、則守之勿失。其第一說、乃篤舊家之言、以社會之穩健爲重者也。其第二說、乃西方爲學之衣鉢、而科學精神具於是焉矣。

中國受保守主義之統治。殆數千年、進步之微、蓋不足怪。今日之急務、莫如科學精神之普及、俾思想之趨於一偏者、得其平衡、而後有進步可言。然人或有疑科學精神爲危險不可近者、吾今不可無一言以曉之。科學精神、以言危險、誠危險矣。其爲物也、具大力、能破壞、能使事前進不息。雖然、天下無危險之力。力爲凶人所用、則危險及於善類、能爲善人所用、則危險中於蠹惡。善惡何常、唯用所適。赫胥黎、前世紀科學精神之代表也。彼見當時教會以謬義蒙真理之甚也、則攻之不遺餘力、教會亦還擊之。其卒有功於教會者。蓋若赫氏若也、

東方保守主義當陽日久、（註三）社會已冰凍凝結、失其柔韌流動之性。邇乃變動漸生、

（註三）（原註）日本亦在內

根底已搖、苟不欲其一旦暴發多傷、則以科學精神之普及、爲之小決使導、此其時矣。然科學精神將由何道以輸入乎、今將曰、『自今日始、吾人行事必科學的』 徒言未必有益也。保守主義之痼疾、已深根固蒂於社會而不可爬梳。新精神之來、其由漸長乎。其長也、始或甚緩、然固可爲之助長以底於完盛之域也。

助科學精神之長將奈何、徒意之固不可、但師法他人亦有所未足。求厥要道、其在實行。日從事於科學之研究、則科學精神將不期而自至。故科學研究者、乃傳輸科學精神之唯一方法也。

然此爲之將奈何，科學研究、何由與國家生命相切依而爲所翼長、曰、是亦有道矣。近世工業之有待於化學物理也日甚、而工程學尤爲科學之產物。故能輸入工業主義、製造工程、則科學之需求將日增、而科學研究乃連彙以至。其尤要者、莫如最新醫藥學校之建設。人情疾苦而或祓除之、或起救其親戚於疾病瀕殆之際、則其感激之情爲尤至。近世科學之神奇、與相傳舊習之殊、必於此顯之。故醫藥之事、於輸入科學精神、較工業主義爲尤要也。

今欲中國從醫術、工業、工程之中、獲科學之效用、而生其嚮往、以躋科學精神之普及、又非徒借材異域、庸多數西方醫士、工師、及製造管理人而遂已足也。是諸事者、必中國人自爲之、而以異域之材爲之輔導、日本之事、可以取法。彼國大學工塲、初以西人主之、而令其子弟從之傳習、習而有得、乃取而代之。今則日本於各種科學無不有所貢獻、其國民生活受導於科學精神、幾與西方先進諸國相等。西方諸國不難爲中國作庖人、爲之發其礦藏、植其森林、藝其土地、建其鐵道、作其橋梁、醫其疾苦、行其公衆衞生之政。然此於中國人自立自衞之道、究有何涉。必也中國人自爲此等事、更由此等事以達於科學精神。所謂科學精神者無他、卽凡事必加以試驗、試之而善、則守之勿失、其審擇所歸、但以實效而不以俗情私意靡之、是也。欲收此果、工業教育、工程學校、醫藥學校、乃所必借之徑。蓋學校工塲中之研究所、乃科學道路之南針、而服從真理之精神由之生發、無論其與舊習相背午何如也。

上節所陳、頗覺平庸無奇、不知唯其平庸乃所以爲奇。個人及國家之要道、未有如發明真理、與其堅貞之志爲真理役而不悔者也。中國復興之機、必於此求之。(下略)

四 科學與近世文化(註一)

任鴻雋

「科學與近世文化」這個題目是近人時常講的。(註二)我今天開講之前、先有兩個申明。第一、這個講演、是本年科學社講演的總冒、所以不免普通一些。第二、我所講的近世文化、并不包括東方文化在內、因爲我們承認東方文化、發生甚古、不屬於近代的。那嗎我們所講的是西方文藝復興以後發生的文化了。近人對於這種文化、至少有幾個普通觀念。一說近世文化是物質的。譬如從前人乘騾車馬車、今人乘火車電車、從前人點菜油燈、今人點電燈之類。一說近世文化是權力的。例如征服天然、驅水使電、列强相爭、弱肉强食之類皆是。一說近世文化是進步的。例如機械發明日新月異、學術思想變動不居、從前幾千年的進步、比不上近世幾十年的多。這幾種意思、我

(註一)民國十一年中國科學社春季講演。第一講在南京科學社講演、見民國十一年「科學」第七卷第七期。

(註二)看科學第四卷第三期梅加夫教授(Ptof. Mercalf)在歐柏林大學講演(見前)。及黃昌穀君近出之科學概說。

們承認他都可以代表近世文化的一部分、但是不能說可以總括近世文化的全體。要一個總括全體的說話、我們不如說近世的文化是科學的諸君注意、我說近世的文化是科學的、和近人所說近世文化的特采是科學發明、科學方法等等、有點不同。因為前者是說近代人的生活、無論是思想、行動、社會組織、都含有一個科學在內、後者是說科學的存在和科學的結果、足以影響近代人生活的一部分罷了。

我們現在要說什麼是文化。文化和文明少許有點不同。我很喜歡梁漱溟先生說的『文化是人類生活的樣子、文明是人類生活的成績』(註三)不過吾想單說人類生活的樣子、還不能盡文化兩個字的含義、我的意思、要加入『人類生活的態度』的幾個字、來包舉思想一方面的情形、文化兩個字的意思纔得完備。照這樣說來，文化有種類和程度的差別、但是沒有絕對的標準。我們可以說某種人的文化是甚麼樣、程度是甚麼樣、但是不能說某種是文明人、某種是野蠻人、因為照我們上面所說的文化的定義、是講不通的。但是我們提出近世文化、我們的意思卻很明白的確、因為近

(註三)見梁漱溟著的『東西文化及其哲學』。

世人生活的樣子和對事物的態度、是很明白的確的。近世的文化和近世以前的文化、是極有分別、極容易看得出來的。所以我想把一切文明野蠻的話頭打掃淨盡、再來觀察近世的文化。

說到近世與前代分界的所在、我們曉得歐洲史上有一個極重要的時代、就是文藝復興時代。文藝復興這個字、英文是 Renaissance、本來是『復生』的意思。歐洲的文化、在中古時代、簡單沒有甚麼可言、所以歷史家又叫中古時代是黑暗時代。到了十三世紀的時候、爲了種種的原因、那黑暗沈沈的中古人心、忽然蘇醒過來、文學、美術、宗教、政治、都先後起了一個大改革、開了一個新面目。科學的復興、也就是文藝復興的一個結果。但是別的改革和開創、自然也影響近世人的生活、幷且爲生活的一部分、可是終沒有科學的影響和關係於近世人生的那麼大。這有個原故。這個原故、就是科學的影響、完全在思想上、科學的根據、完全在事實上、科學的方法、可以應用到無窮無盡上。有了這幾層原因、我們說近世文化都是科學的、都是科學造成的、大約也不是過甚之言。

近世的文化、可謂複雜極了、要舉出幾件來、證明科學和他們的關係、可不容易、并且不免有掛一漏萬之譏。但我們可以把中世紀的思想和研究學問的方法、舉一兩件、和近世的比較、科學和近世文化的關係、就愈加顯明了。

第一、中世紀的人、想信上帝創造宇宙事物、都有一定的計畫、人在宇宙間、也是計畫的一部分、所以有的生而爲王公、也有的生而爲奴僕、都是天命有定、人對於己身的地位、是不負責任的。因爲這樣、當時的人心、都歸向宗教、只想求死後天堂的快樂、生前的痛苦、他們略不在意。打破這樣的宇宙觀、最有力量的、柯波尼克(Copernicus)的地動說。柯波尼克的地動說、在當時出現、有兩種意思。第一、表示當時的人心、對於宗教上地爲中心的說法、已敢於起懷疑的念頭。第二、地動說的最後勝利、是科學戰勝宗教的起點。那已經動搖的人心、得了這種自信力、自然愈趨於開放與自由方面了。

第二、中世紀的時候、學術界所崇奉爲宗主的、只有兩部書、一是聖經、一是阿里斯多德的哲學。阿里斯多德的書、未經文藝復興以前、還是從阿剌伯文翻到拉丁、殘缺不

完、和晦亂龐雜的弊病、是不可免的。當時的學者、正要利用他的殘缺晦亂、來造成一種糾繞詭辯的學問。後來文藝復興、學者都講究讀希臘原文、又竭力去搜求遺稿、阿里斯多德及許多希臘羅馬的學術、纔漸漸彰明起來。還有一層尤爲重要的、中世紀的學者、凡研究甚麼學問、都是根據書本、絕不去研究實物。比如說到一個動物、他們只說聖經上是怎樣怎樣、却不想聖經上說的在千百年前的帕勃斯坦 (Palestine)、他們所說的在當時的歐洲、時間和地域都不同、何以見得可以引證的、當時有個首出的科學大家、叫洛紂培根 (Roger Bacon, 1214-94)、最反對這種研究法。他說「研究一天的天然物、勝讀十年的希臘書」、又說「我們不可盡信所聞所讀的。反之、我們的義務、在以最仔細的心思、來考察古人的意見、庶幾於其缺者補之、誤者正之、但不必粗心傲慢就好了」、洛紂培根雖然這樣的主張和實行、但當時的人還不肯聽信他。後來柯波尼克的地動說、也是用這種方法的結果。柯波尼克寫信給他的朋友、說他的地動說成立的經過、歷了五個階級。這五個階級是。

一、對於陀倫密 (Ptolemy) 舊說的不滿意。

二、搜索所有的書籍、看有沒比他更好的學說。

三、自己研究的結果、成立了一個地動的假說。

四、用種種觀察來證明這假說的對不對、對了纔承認他成一個學說。

五、用這新學說、把從前曉得的許多事實都聯貫起來、成有條理有統系的智識。

這個方法、就是現在所說的科學方法。但當時的人、如像洛紂培根、柯波尼克、加里雷倭(Galileo)等、雖是用了這種方法、研究天然界的現象、已經有了許多貢獻、他們不過是自闢蹊徑、各行其是、到了弗蘭西斯培根 (Francis Bacon, 1561-1626) 纔大聲疾呼、主張兩個根本的重要觀念。一個是征服天然、一個是歸納方法。他說「智識卽權力」又說「人類的責任、是要把他的權力推廣擴大到天然界上去、在天然界上建一個新國家」又說「要征服天然必須先服從天然、就是用科學的方法、發明天然的律令」他又把當時的學問分成三類、一是奇術 (Fantastic learning)、二是辯論(Contentious learning)、三是文采 (Delicate learning)。他說這三類都不是學問的正當方法、都不能得真智識。要得真智識、只有一個方法、就是用歸納方法。歸納的方法、

簡言之、是用事實作根據、推出一個通則、再用觀察和試驗證明那通則的不錯、這就是科學方法的大概。現在科學的門類雖多、研究的方法、總不出這個範圍。培根這種主張、算是給科學一個很好的基礎。所以培根自己雖然不是科學家、我們說到科學的創造者、總要數他呢。

上面所說的、是科學的一點起源、就是對於文藝復興這個時代、我們覺得有兩個意思。一個是科學的發生、或者說是復興、一個是近代和古代的分界。這兩件事情并不是偶然遇合的、是有第一件纔有第二件的。我們現在要看科學與近世文化的關係是怎麼樣。

前面已經說過、文化這兩個字是空洞的、就是我們說甚麼物質的文化、精神的文化、也是空洞的。所以我們要談近世文化、最好拿幾件具體的事體來說。瑪爾芬 Marvin 說得好、有三件東西最足以表示人類的進步。一是智識、二是權力、三是組織。(註四) 我們現在就拿這三樣來看科學有甚麼關係。

(註四) Marvin: *The Living Past.*

第一講到智識、我們曉得現代的智識、不但是範圍比較的廣、就是他的性質、也比較的精確些。現在很平常的事理、如像蒸氣的應用、電力的製造、生物的演進、疾病的傳染、都非中世紀以前的人所能夢見、固不消說了。就是古時聖哲所發明、歷代學者所傳述、如希臘人的物質起源論、中國人的五行生克說等、雖是沿習多年、并且用作說明一切事理的根據、但是照現在看來、還是不算智識。我們拿現在的化學上所發見的八十餘元素、和希臘人的水火氣土四元質相比較、自然看得出他的攏統不精。拿現在化學上物質的變化分合、和物理學上因果相生的定律、和中國人的五行舊說相比較、纔曉得他的糊塗無理。這是因爲甚麼、因爲有了科學而後我們的智識得了兩個試金石、要經得這試驗的、我們纔承認他是智識、所以那些不夠成色的、都立不住脚了。我所說的試金石、一個是根據事實、一個是明白關係。希臘人說甚麼東西都是由水、或火、或氣、或土變成的、但是我們曉得他并非事實。在鍊金化學（Alchemy）的時代、大家都信水可變土、但是我們曉得并非事實。我們曉得他不是事實、也是從實驗得來的。講到關係一方面、我想許多迷信都是由不明白關係發生。比如我們說

『礎潤而雨』、我們曉得礎潤並不是雨的原因、不過因爲雨還未降以前、溫氣先在礎石上凝聚了、所以有潤的現象。照這樣說來、礎潤雖不是雨的原因、却也可做一個雨的先兆、因爲他中間是有共同的關係的。但是信那風水五行的說法、說祖墳葬得好、後人就會發跡、京城多開一個城門、天下就有兵亂、請問那關係在什麼地方呢、科學的貢獻、就是把事實來代替理想、把理性來代替迷信、那智識的進步、也正是從這點得來的。

第二、講到權力、自然是就我們所能駕馭的力量和那力量所及的遠近而言。歷史家說石器時代的人能擲石子在幾丈外的地方去擊殺野獸、他的文化已經比石器時代以前的人高了許多、因爲他的權力、已經遠到幾丈外了。照這樣看來、近代人的權力、比從前的人大的地方、至少有幾處。一爲征服天然、最顯著的例就是距離的縮短。我們古人看了長江、就說『固天所以限南北』、現在輪船火車到處通行、就是重海連山、也不能隔人類的往來了。再則物產的增加、因爲機器的應用和天然障害的戰勝、也是近世的一種特別現象。如1810到1862五十年間、世界上煤的產額、由每年九

百萬噸增到一萬四千萬噸。由1850到1882三十二年間、世界上鐵的產額、由每年四百萬噸增到兩千萬噸。又由1830到1880五十年間、歐美的商務、增加了八百倍。(註五)這都是前四五十年的統計、到近年來、增加的數目必定更要大了。再次則各種病菌的發明、人類生命的延長、也是征服天然的一個好例。由1851年到1900年英國人的平均壽數由二十六歲零五六增到二十八歲零九、美國人的壽數由二十三歲零一增到二十六歲零三三、我們戰勝天然的權力、不是可驚嗎。又不但戰勝天然、我們並且能補天然的不足。再舉兩件事爲例。我們平常所希望不到的、不是插翅而飛和長生不老的兩件事嗎。不曉得到了1896年、美國的藍格列(Langley)竟在華盛頓頗陀瑪克(Potomac)河上、用機械的力量、把一個比空氣重一千倍的飛機、飛昇起來、從此空中的飛行就逐漸進步、現在竟成了普通的交通事業了。返老還童的問題、據最近奧國醫士斯坦那黑(Steinlach)的報告、也從生理學上尋出了可能的方法、并且屢試有效。我們這種權力、豈不是自有人類以來所未曾有的嗎。但是這些權力、都是

(註五) Seignobos: *History of Contemperury Civilization.*

由智識的組織和應用得來、自然又是科學的產物。

第三、要說社會組織。我們曉得近代的社會、除了組織複雜、遠非從前所可比擬之外、還有幾個特采、是我們不能不注意的。一是平民的特采、就是所謂德謨克拉西。這平民的傾向、有兩個意思。一是政治上獨裁政制的推倒、與參政權的普及、二是社會上機會的均等、和階級制度的打消。這兩個意思的發生、一方面因為機器的發明、生了工業革命、又因工業革命過後、物產增加、一般的人有了產業和勞力、自然發生了權利的要求、一方面也因近代的人心、趨於合理的、對於天然的勢力、尚且不肯貿然服從、要求一個征服的方法、對於人為的組織、自然也有一個合理的解決、那些『天賦君權』的說話、自然不能管束他們了。弗蘭克林(Franklin)的墓誌說他一隻手由自然界搶來了電力、一隻手由君主搶來了威權、最能表明這一種意思。可見平民主義和科學是直接間接都有關係的。第二個特采、是他範圍的廣大。從前的社會組織、僅限一地一域或少數人的、現在的組織、不但非一地一域、就是國界種界、也不能限制了。如像近來各種團體的國際組織、各種主義的世界同盟、都是大組織的表示。這

有幾個原因。一是交通進步、空間時間的距離比從前縮小了好些。二因各處的生活有趨於一致的傾向、因此他們的問題也有些大同小異。三因學術經驗的證明、知大組織的利便與可能。這三種原因、又是大半和科學有關係的。第三個特采、是效率的講求。我們曉得近世工業的組織和機器的應用、是要用力少而成功多。以少量的用力、得多量的結果、就是高的效率、反之、效率就低了。這種講求效率的意思、不但用在工業上、就是社會上一切組織、也都是這個意思所貫注。大概做到這一步的、我們說他是新組織、不然、事業雖新、組織還是舊的罷了。但是一件事業效率的高低、非從那件事業極小的部分加以研究、不會明白。這種分析研究的方法、也就是科學方法。所以現在有所謂科學的工場管理法、就是這種特采結晶了。

我們現在把上面所講的總結起來、在智識、權力、組織這三方面、近代的進步、都比較從前最爲顯著、最爲特別、那嗎、我們就說這三種進步是近世文化的表現、可不可呢。又因爲這三種進步都是科學直接的產物或間接的影響、我們若是拿他們來代表近世文化、我們要說明的科學和近世文化的關係、是不是可算做到了呢。我對於這

些問題的答案是我們上面所說的智識、權力、組織、都是生活的樣子、我們還有一個生活的態度。生活的態度、是我們對物的主要觀念和作事的動機。我們曉得科學的精神、是求真理、真理的作用、是要引導人類向美善方面行去、我們的人生態度、果然能做到這一步嗎。我們現在不必替科學邀過情之譽、也不必對於人類前途過抱悲觀、我們可以說科學在人生態度的影響、是事事要求一個合理的。這用理性來發明自然的祕奧、來領導人生的行爲、來規定人類的關係、是近世文化的特采、也是科學的最大的貢獻與價值。

再有一些人說近代的文化是權力的文化。競爭的文化、所以弄到前幾年的世界大戰爭。科學既是近世文化的根源、也應該負這個責任。對於這個非難、我們可以引法國大醫學家巴斯德(Pasteur)在他的巴斯德學社開幕時候的一段演說來解釋、也就作我這次講演的結論。他說

「眼前有兩個律令在那裏爭爲雄長、一個是血和死的律令、他的破壞方法、層出不窮、使多少國家常常預備着在戰場上相見、其他一個是和平、工作、健康的律令、他那

救苦去痛的方法、也層出不窮。

「一個所求的是强力的征服、一個所求的是人類的拯救。後者看見一個人的生命、比甚麼戰勝還重大、前者犧牲了千萬人的性命、去滿足一個人的野心。我們奉行律令、是後一個、就在這殺人如麻的時代、還希望對於那前一個律令的罪惡、略加補救。我們用了防腐的藥、不曉得救活了多少受傷的人。這兩個律令中那一個能得最後勝利、除了上帝無人知道、但是我們可以說、法國的科學是服從人道的律令、要推廣生命的領域的。」

「服從人道的法律令、推廣生命的領域」不只法國的科學是這樣、世界真正的科學是無不這樣的。

五 科學精神與東西文化（註一）

梁啓超

一、

今日我感覺莫大的光榮、得有機會在一箇關係中國前途最大的學問團體、——科學社年會來講演。但我又非常慚愧而且惶恐像我這樣對於科學完全門外漢的人、怎樣配在此講演呢。這箇講題、科學精神與東西文化、是本社董事會指定要我講的。我記得科舉時代的笑話、有些不通秀才去應考、罰他先飲三斗墨汁、預備倒吊着滴些墨點出來。我今天這本考卷、只算倒吊着滴墨汁。明知一定見笑大方、但是句句話都是表示我們門外漢對於門內的宗廟之美、百官之富、如何欣羨、如何崇敬、如何愛戀的一片誠意。我希望國內不懂科學的人、或是素來看輕科學、討厭科學的人、聽我這番話、得多少覺悟。那麼、便算我箇人對於本社一點貢獻了。

近百年來科學的收穫、如此其豐富。我們不是鳥、也可以騰空。不是魚、也可以入水。不是神仙、也可以和幾百千里外的人答話。諸如此類、那一件不是受科學之賜。任憑怎

（註一）民國十一年八月二十日在南通爲科學社年會講演、見十一年『科學』第七卷第九期。

麼頑固的人、諒來科學無用這句話、再不會出諸口了。然而中國爲什麼直到今日還得不着科學的好處、直到今日依然成爲非科學的國民呢、我想中國人對於科學的態度、有根本不對的三點。

其一、把科學看得太低了太粗了。我們幾千年來的信條、都說的『形而上者謂之道、形而下者謂之器。』『德成而上、藝成而下、』這一類話、多數人以爲科學無論如何高深、總不過屬於藝和器那部分這部分原是學問的粗跡、懂得不算稀奇、不懂得不算恥辱。又以爲我們科學雖不如人、却還有比科學更寶貴的學問、什麼超凡入聖的大本領、什麼治國平天下的大經綸、件件都足以自豪。對於這些粗淺的科學、項多拿來當一種補助學問就彀了。因爲這種故見橫亙在胸中。所以從郭筠仙張香濤這班提倡新學的先輩起、都有兩句自鳴得意的話、說什麼『中學爲體、西學爲用』這兩句話現在雖然沒有從前那麼時髦了、但因爲話裏的精神和中國人脾胃最相投合、所以話的效力、直到今日依然爲變相的存在。老先生們不用說了、就算這幾年所謂新思潮所謂新文化運動。不是大家都認爲蓬蓬勃勃有生氣嗎。試檢查一檢查他的內

容、大抵最流行的、莫過於講政治上經濟上這樣主義那樣主義。我替他起箇名字、叫做西裝式的治國平天下大經綸。次流行的莫過於講哲學上文學上這種精神那種精神、我也替他起箇名字、叫做大餐式的超凡入聖大本領。我並不是說這些學問不該講、但講他須把他建設在科學基礎之上。我們看倒了那些脚踏實地平淡無奇的科學、試問有幾箇人肯出去講求、學校中能彀有幾處像樣子的科學講座。有了、幾箇人肯去聽。出版界能彀有幾部有價値的科學書、幾篇有價値的科學論文。有了、幾箇人肯去讀。我固然不敢說現在青年絕對沒有科學興味、然而興味總不如別方面濃。須知這是積多少年社會心理遺傳下來、對於科學認爲藝成而下的觀念、牢不可破。直到今日、還是最愛說空話的人、最受社會歡迎。做科學的旣已不能如別種學問之可以速成、而又不爲社會所尊重、誰肯埋頭去學他呢。

其二、把科學看得太呆了太窄了。那些絕對的鄙厭科學的人、且不必責備。就是相對的尊重科學的人、還是十箇有九箇不了解科學性質。他們只知道科學研究所當結果的價値、而不知道科學本身的價値。他們只有數學幾何學物理學化學等等概念、

而沒有科學的概念。他們以爲學化學便懂化學、學幾何便懂幾何、殊不知並非化學能教人懂化學、幾何能教人懂幾何、實在是科學能教人懂化學和幾何。他們以爲只有化學數學物理幾何等等、纔算科學。以爲只有學化學數學物理幾何等等、纔用着科學。殊不知所有政治學、經濟學、社會學等等、只要彀得上一門學問的、沒有不是科學。我們若不拿科學精神去研究、便做那一門子學問也做不成。中國人因爲始終沒有懂得「科學」這箇字的意義、所以五十年前、很有人獎勵學製船學製礮、卻沒有人獎勵科學。近十幾年學校裏都教的數學幾何化學物理、但總不見教會人做科學。或者說、只有理科工科的人們纔要科學、我不打算當工程師、不打算當理化教習、何必要科學。中國人對於科學的看法大率如此。

其三、把科學看得太勢利了太俗了。科學的應用近來愈推愈廣。許多人謳歌他的功德，同時許多人痛恨他的流弊。例如一切戰爭殺人的器具、却是由科學發明出來。又如有了各種機器、便惹起經綸上大變動。富者愈富、貧者愈貧。於是歐美有些文字……等等、發爲詭激之論、說社會不得安寧、都因爲中了科學毒。我們中國那些不懂科

學討厭科學的人聽着這些話、正中下懷、以爲科學時代已成過去。人家方且要救末流之弊、我們何必再走那條路呢。這流弊完全和科學本身無干、殊不知這些話、本來和莊子『沌渾鑿竅』的比喻一般。竅該鑿不該鑿另是一問題、但我們能有法禁止他不鑿嗎。已經鑿了又怎麼樣嗎。這些無謂的辯難、且不必多管。就令如他們之說科學果然有流弊。須知這流弊完全和科學本身無關。瓦特因爲天地間有蒸汽這種原理、自己要去發明他、他並不管你大生紗廠要利用他來織綿花。牛頓因爲天地間有引力這種原理、自己要去發明他、並不管你放四十二生的礮要利用他測量射線。要而言之、科學是爲學問而求學問、爲眞理而求眞理。至於怎樣的用他、在乎其人科學本身只是有功無罪。我們摭拾歐美近代少數偏激之譚、來掩飾自己的固陋、簡直自絕於眞理罷了。

我大膽說一句話、中國人對於科學這二種態度、倘若長此不變、中國人在世界上便永遠沒有學問獨立、中國人不久必要成爲現代被淘汰的國民。

二、科學精神是什麼。我姑從最廣義解釋、有系統之真智識、叫做科學。可以教人

求得有系統之真智識的方法、叫做科學精神。這句話要分三層說明。

第一層、求真智識。　智識是一般人都有的、乃至連動物都有。科學所要給我們的、就爭一箇真字。一般人對於自己所認識的事物、很容易便信以爲真、但只要用科學精神研究下來、越研究便越覺求真之難。譬如說「孔子是人」這句話、不消研究、總可以說是真的。因爲人和非人的分別、是很容易看見的。譬如說「老虎是惡獸」這句話真不真便待考了。欲證明他是真、必要研究獸類具備某種某種性質纔算惡、看老虎果曾具備了沒有。若說老虎殺人算是惡、爲什麼人殺老虎不算惡。若說殺同類算是惡、只聽見有人殺人、從沒聽見老虎殺老虎。然則人容或可以叫做惡獸、老虎卻絕對不能叫做惡獸了。譬如說「性是善、」或說、「性是不善、」這兩句說真不真、越發待考了。到底什麼叫做「性、」什麼叫做「善、」兩方面都先要弄明白。倘若孟子說的性咧情咧才咧、宋儒說的義理咧氣質咧、鬧得一團糟、那便沒有標準可以求真了。譬如說「中國現在是共和政治。」這句話便很待考、欲知他真不真、先要把共和政治的內容弄清楚、看中國和他合不合。譬如說「法國是共和政治、」這句話也待考。欲知

他真不真、先要問法國這箇字所包範圍如何若安南也算法國、這句話當然不真了。

看這幾箇例、便可以知道我們想對於一件事物的性質、得有真的灼見、很是不容易。要覆鑽在這件事物裏頭去研究。要繞着這件事物周圍去研究、要跳在這件事物高頭去研究。種種分析研究結果、纔把這件事物的屬性大略研究出來。算是從許多相類似容易混淆的箇體中、發現每箇箇體的特徵。換一箇方向、把許多同有這種特徵的事物歸成一類、許多類歸成一部、許多部歸成一組、如是綜合研究的結果、算是從許多各自各離的箇體中、發現出他們相間的普遍性。經過這種種工夫、纔許你開口說、某件事物的性質是怎麽樣。這便是科學第一件主要精神。

第二層、求有系統的真智識。　智識不但是求知道一件一件事物便了、還要知道這件事物和那件事物的關係。否則零頭斷片的智識、全沒有用處。知道事物和事物互相關係、而因此推彼、得從所已知求出所未知、叫做有系統的智識。系統有二、一豎、二橫。橫的系統、卽指事物的普遍性、如前段所說。豎的系統、指事物的因果律。有這件事物、自然會有那件事物。必須有這件事物纔能有那件事物。倘若這件事物有如何如

何的變化、那件事物便會有或纔能有如何如何的變化。這叫做因果律。明白因果、是增加新智識的不二法門、因爲我們靠他纔能因所已知推見所未知。明白因果、是由智識進到行爲的嚮導。因爲我們預料結果如何、可以選擇一箇目的做去。雖然、因果是不輕容易譚的。第一、要找得出證據、第二、要說出理由。因果律雖然不能說都要含有「必然性、」但總是愈逼近「必然性」愈好。最少也要含有很强的「蓋然性、」倘若僅屬於「偶然性」的、便不算因果律。譬如說「晚上落下去的太陽、明早上一定再會出來」說「倘若把水煮過了沸度、他一定會變成蒸汽」這等算是含有必然性。因爲我們積千千萬萬回的經驗、郤沒有一回例外、而且爲什麽如此、可以很明白說出理由來。譬如說「冬間落去的樹葉明年春天還會長出來、」這句話便待考。因爲再長出來的並不是這塊葉。而且這樹也許碰着別的變故再也長不出葉來。譬如說「西邊有虹霓、東邊一定有雨。」這句話越發待考。因爲虹霓不是雨的原因、他是和雨同一個原因、或者還是雨的結果。翻過來說、東邊有雨、西邊一定有虹霓、這句話也待考。因爲雨雖然可以爲虹霓的原因、郤還須有別的原因湊攏在一處、虹霓才會出

來。譬如說「不孝的人要着雷打」、這句話便大大待考。因爲雖然我們也曾聽見某箇不孝人着雷、但不過是偶然的一回。許多不孝的人、不見得都着雷、許多着雷的東西不見得都不孝。而且宇宙間有箇雷公、會專打不孝人、這些理由完全說不出來。譬如說「人死會變鬼」。這句話越發大大待考、因爲從來得不着絕對的證據、而且絕對的說不出理由。譬如說「治極必亂、亂極必治」、這句話、便很要待考。因爲我們從中國歷史上雖然舉出許多前例、但說治極是亂的原因、亂極是治的原因、無論如何總說不下去。譬如說「中國行了聯省自治制後一定會太平」、這話也待考。因爲聯省自治雖然有致太平的可能性、無奈我們未曾試過。看這些例、便可知我們想應用因果律求得有系統的智識、實在不容易。總要積無數的經驗、或照原樣子繼續忠實觀察、或用人爲的加減改變試驗、務找出眞憑實據、才能確定此事物與彼事物之關係。這還是第一步、再進一步、凡一事物之成毀。斷不止一箇原因。知道甲和乙的關係還不彀、又要知道甲和丙丁戊等等關係。原因之中、又有原因。想眞知道乙和甲的關係、便須先知道乙和庚、庚和辛、辛和壬等等關係。不經過這些工夫、貿貿然下一箇斷

案、說某事物和某事物有何等關係、便是武斷、便是非科學的。科學家以許多有證據的事實爲基礎、逐層逐層看出他們的因果關係、發明種種含有「必然性」或含有極强『蓋然性』的原則。好像拿許多結實蔴繩組織成一張網、這網愈織愈大、漸漸的函蓋到這一組知識的全部、便成了一門科學。這是科學第二件主要精神。

第三層、可以教人的智識。凡學問有一箇要件、要能傳與其人。人類文化所以能成立、全由於一人的智識能傳給多數人、一代的智識能傳給次代。我費了很大工夫得一種新知識、把他傳給別人、別人費比較小的工夫、承受我的智識之全部或一部、同時騰出別的工夫、又去發明新知識。如此教學相長、遞相傳授、文化內容、自然一日一日的擴大。倘若知識不可以教人、無論怎樣智識、怎樣的精深博大、也等於人亡政息、於社會文化絕無影響。中國凡百學問、都帶一種『可以意會不可以言傳』的神祕性、最足爲智識擴大之障礙。例如醫學、我不敢說中國幾千年沒有發明、而且我還信得過確有名醫。但總沒有法傳給別人。所以今日的醫學、和扁鵲倉公時代一樣、或者還不如。又如修習禪觀的人所得境界、或者真是圓滿莊嚴、但只好他一箇人獨享、對於

全社會文化竟不發生絲毫關係。中國所有學問的性質、大抵都是如此。這也難怪。中國學問本來是由幾位天才絕特的人『妙手偶得』本來不是按步就班的循着一條路去得着、何從把一條應循之路指給別人。科學家恰恰相反、他們一點點智識都是由艱苦經驗得來。他們說一句話、總要舉出證據、自然要將證據之如何收集、如何審定、一概告訴人。他們主張一件事、總要說明理由。理由非能彀還元不可、自然要把自己思想經過的路線、順次詳敘。所以別人讀他一部書或聽他一回講義、不惟能彀承受他研究所得之結果、一併承受他如何能研究得此結果之方法。而且可以用他的方法來批評他的錯誤。方法普及於社會、人人都可以研究、自然人人都會有發明。這是科學第三件主要精神。

三、中國學術界因爲缺乏這三種精神、所以生出如下之病證。

一、籠統。標題籠統、有時令人看不出他研究的現象爲何物。用籠統語、往往一句話容得幾方面解釋。思想籠統、最愛說大而無當不着邊際的道理。自己主張的是什麽、和別人不同之處在那裏、連自己也說不出。

二、武斷。 立說的人既不必負找尋證據說明理由的責任、判斷下得容易、自然流於輕率、許多名家著述、不獨違反真理、而且違反常識的往往而有。既已沒有討論學問的公認標準、雖然判斷謬誤、也沒有人能駁他。謬誤便日日侵蝕社會人心

三、虛偽。 武斷還是無心的過失。既已容許武斷便也容許虛偽。虛偽有二。一、語句上之虛偽。如隱匿真證、杜撰假證、或曲說理由等等。二、思想內容之虛偽。本無心得、貌爲深祕、欺騙世人。

四、因襲。 把批評精神完全稍失、而且沒有批評能力、所以一味盲從古人、剽竊些緒餘過活、所以思想界不能有彈力性、隨着時代所需求而開拓、倒反留着許多沈澱廢質、在裏頭爲營業之障礙。

五、散失。 間有一兩位思想偉大的人、對於某種學術有新發明、但是沒有傳授於人的方法、這種發明、便隨着本人的生命而中斷、所以他的學問不能成爲社會上遺產。

以上五件、雖然不敢說是我們思想界固有的病證、這病最少也自秦漢以來受了二千年。我們若甘心拋棄文化國民的頭銜、那更何話可說。若還捨不得嗎、試想二千年

思想界內容貧乏到如此、求學問的塗徑榛塞到如此、長此不去、何以圖存。想救這病、除了提倡科學精神外、沒有第二劑良藥了。

我最後要補幾句話。我雖然照指定的這箇題目講演、其實科學精神之有無、只能用來橫斷新舊文化、不能用來縱斷東西文化。若歐美人是天生成科學的國民、中國人是天生成非科學的國民、我們可絕對不能承認。拿我們戰國時代和歐洲希臘時代比較、彼此都不能說有現在這種嶄新的科學精神。彼此卻也沒有反科學的精神。秦漢以後、反科學精神瀰漫中國者二千年、羅馬帝國以後、反科學精神瀰漫歐洲者也一千多年。兩方比較、我們隋唐時代、還有點準科學的精神不時發現、只有比他們强、沒有比他們弱。我所舉五種病證、當他們教會壟斷學問時代、件件都有。直到文藝復興以後、漸漸把思想界的健康恢復轉來、所謂科學者纔種下根苗。講到枝葉扶疏、華實爛熳、不過最近一百年內事。一百年的先進後進、在歷史上值得計較嗎。只要我們不諱疾忌醫、努力服這劑良藥。只怕將來生天成佛、未知誰先誰後哩。我祝禱科學社能做到被國民信任的一位醫生、我祝禱中國文化添入這有力的新成分再放異彩。

六　何爲科學家(註一)

任鴻雋

我同了幾位朋友、從美國囘到上海的第二天、就看見了幾家報紙、在本埠新聞欄中、大書特書的道、『科學家囘滬。』我看了這個題目、就非常惶惑起來。你道爲什麼原故呢。因爲我離中國久了、不曉得我們國人的思想到了甚麼程度。這科學家三個字、若是認真說起來、我是不敢當的、若是照傍的意思講起來、我是不願意承受的、所以我今天倒得同大家講講。

我所說的傍的意思、大約有三種。一種是說科學這東西是一種玩把戲、變戲法、無中可以生有、不可能的變爲可能、講起來是五花八門、但是於我們生活上面却沒有甚麼關係。有的說、你們天天講空氣是生活上一刻不可少的、爲甚麼我沒看見甚麼空氣、也活了這麼大年紀呢。有的說、用了機械、就會說機心、我們還是抱甕灌園、何必去用桔槔呢、有的說、用化學精製過的鹽和糖、倒沒有那末經精製過的鹹甜得有味。有

(註一)見民國七年『科學』第四卷第十期

的說、「不乾不淨、吃了不生毛病」何必講求甚麼給水工程，考驗水中的微生物呢。總而言之、這種見解、看得科學既是神祕莫測、又是毫無實用、所以他們也就用了一個敬鬼神而遠之的態度、拿來當把戲看還可、要當一件正經事體去做、就怕有點不穩當。這種人心中的科學既是如此、他們心中的科學家也就和上海新世界的卓別麟、北京新世界的左天勝差不多。這種科學家、我們自然沒有本領敢冒充的。

第二種是說科學這個東西。是一個文章上的特別題目、沒有甚麼實際作用。這話說來也有來歷。諸君年紀長一點的、大約還記得科舉時代、我們全國的讀書人、一天埋頭用功的、就是那代聖賢立言的八股。那時候我們所用的書、自然是那四書味根錄、五經備旨等等了。過了幾年。八股廢了、改爲考試策論經義、於是我們所用的書、除了四書五經之外、再添上幾部通鑑輯覽三通考輯要、和西學大成、時務通考幾種。那能使用西學大成時務通考中間的事實或字句的、不是叫做講實學、通時務嗎。那西學大成、時務通考裏面、不是也講得有重學、力學、以及聲、光、電、化種種學問嗎。現在科學家所講的、還是重學、力學以及聲、光、電、化這等玩意。所以他們想想、二五還是一十、你

們講科學的、就和從前講實學的是一樣、不過做起文章來、拿那化學物理中的名詞公式、去代那子曰、詩云、張良韓信等字眼罷了。這種人的意思、是把科學家仍舊當成一種文學家、只會鈔襲、就不會發明、只會拿筆、就不會拿試驗管、這是他們由歷史傳下來的一種誤會。我們自然也是不認的。

第三種是說科學這個東西、就是物質主義、和功利主義。所以要講究興實業的、不可不講求科學、你看現在的大實業、如輪船、鐵路、電車、電燈、電報、電話、機械製造、化學工業、那一樣不靠科學呢。要講强兵的、也不可不講求科學、你看軍事上用的大砲、毒氣、潛水艇、飛行機、那一樣不是科學發明的。但是這物質主義和功利主義太發達了、也有點不好。如像我們乘用的代步、到了摩托車、可比人力車快上十倍、好上十倍了。但是『這摩托車不過供給那些總長督軍們出來在大街上耀武揚威橫衝直撞罷了、真正能夠享受他的好處的有幾個呢。所以這物質的進步、到了現在、簡直要停止一停止纔是。』再說『那科學的發達、和那武器的完備、如現在的德國、可謂登峯造極了。但是終不免於一敗、所以那功利主義、也不可過於發達。現在德國的失敗、就是科

學要倒霉的朕兆』照這種人的意思、科學既是物質和功利主義、那科學家也不過是一種貪財好利、爭權狥名的人物。這種見解的錯處、是由於但看見科學的末流、不曾看見科學的根源、但看見科學的應用、不曾看見科學的本體。他們看見的科學既錯了、自然他們意想的科學家也是沒有不錯的。

現在我們要曉得科學家是個甚麽人物、須先曉得科學是個甚麽東西。

第一、我們要曉得科學是學問、不是一種藝術。這學術兩個字、今人拿來混用、其實是有分別的。古人云、『不學無術、』可見學是根本、術是學的應用。我們中國人聽慣了那『形而上』『形而下』的話頭、只說外國曉得的都是一點藝術、我們雖然形而下的藝術趕不上他們、這形而上的學問是我們獨有的、未嘗不可抗衡西方、毫無愧色。我現在要大家看清楚的、就是我們所謂形而下的藝術、都是科學的應用、並非科學的本體、科學的本體、還是和那形上的學同出一源的。這個話我不詳細解釋解釋、諸君大約還有一點不大明白。諸君曉得哲學上有個大問題、就是我們人類的智識、是從什麽地方得來的。對於這個問題、各哲學家的見解不同、所以他們的學派就指不勝

屈了。其中有兩派絕對不相容的、一個是理性派這派人說、我們的智識、全是由心中的推理力得來。譬如那算術和幾何、都是由心裏生出來的條理。但是他們的公理定例皆是正確着實、可以說是亙古不變的。至於靠耳目五官來求智識、都就有些靠不住了。例如我們看見的電影、居然是人物風景、活動如生、其實還是一張一張的像片在那裏遞換。又如在山前放一個砲仗、我們就聽得一陣雷聲、其實還是一個砲仗的回響。所以要靠耳目五官去求真智識。就每每被他們騙了。還有一個是實驗派。這派人的主張說、天地間有兩種學問、一種是推理得出來的、一種是推理不出來的。譬如上面所說算術和幾何、是推理得出的。設如我們要曉得水熱到一百度、是個甚麼情形、或冷到零度、又是個甚麼情形、任憑你是天縱之聖、也推想不出的。除非把水熱到了一百度、或冷到零度、舉眼一看、就立見分曉。所以這實驗派的人的主張、要購求自然界的道理、非從實驗入手不行。這種從實驗入手的辦法。就是科學的起點。(算學幾何也是科學的一部分、但是若無實驗學派、斷無現今的科學。) 我現在講的是科學、却把哲學的派別敘了一大篇、意思是要大家曉得這理性派的主張、就成了現今

的玄學、或形上學（玄學也是哲學一部分）實驗派的主張、就成了現今的科學。他們兩個、正如兩兄弟一般、雖然形象不同、却是同出一父。現在硬要把大哥叫做形而上的、把小弟叫做形而下的、意存輕重、顯生分別、在一家裏、就要起鬩牆之爭、在學術上就不免偏枯之慮、所以我要大家注意這一點、不要把科學看得太輕太易了。第二、我們要曉得科學的本質是事實、不是文字。這個話看似平常。實在非常重要。有人說、「近世文明的特點、就是這事實之學、戰勝這文字之學」、據我看來、我們東方的文化、所以不及西方的所在、也是因爲一個在文字上做工夫、一個在事實上做工夫的原故。諸君想想。我們舊時的學者、從少至老、那一天不是在故紙堆中討生活呢。小的時候、讀那四書五經子史古文等書、不消說了。就是到了那學有心得、閉戶著書的時候、也不過把古人的書來重新解釋一遍、或把古人的解釋來重新解釋一遍、倒過去一桶水、倒過來一桶水、倒過去倒過來、終是那一桶水何嘗有一點新物質加進去呢。既沒有新物質加進去、請問這學術的進步從何處得來。這科學所研究的、既是自然界的現象、他們就有兩個大前提。第一、他們以爲自然界的現象是無窮的、天地

間的真理也是無窮的、所以只管拚命的向前去鑽研、發明那未發明的事實與祕藏。第二、他們所注意的是未發明的事實、自然不僅僅讀古人書、知道古人的發明、便以爲滿足、所以他們的工夫、都由研究文字、移到研究事實上去了。唯其要研究事實、所以科學家要講究觀察和實驗、要成年累月的、在那天文台上、農田裏邊、轟聲震耳的機械工場、奇臭撲鼻的化學試驗室裏面做工夫。那驚天動地、使現今的世界、非復三百年前的世界的各樣大發明、也是由研究事實這幾個字生出來的。就是我們現在辦學校的、也得設幾個試驗室、買點物理化學的儀器、才算得一個近世的學校、要是專靠文字、就可以算科學、我們只要買幾本書就夠了、又何必費許多事呢。

講了這兩層、我們可以曉得科學大概是個甚麼東西了。曉得科學是個甚麼東西、我們可以曉得科學家是個甚麼人物。照上面的話講起來、我們可以說、科學家是個講事實學問以發明未知之理爲目的的人。有了這個定義、那前面所說的三種誤會、可以不煩言而解了。但是對於第三種說科學就是實業的、我還有幾句話說。科學與實業雖然不是一件東西、却實在有相倚的關係。如像法勒第發明電磁關係的道理、愛

迭生就用電來點燈、瓦特完成蒸汽機關、史狄芬生是用來作火車頭。我們現在承認法勒第瓦特是科學家、也一樣承認愛迭生史狄芬生是科學家。但是沒有法勒第瓦特兩個科學家、能有愛迭生史狄芬生這兩個科學家與否、還是一個問題。而且要是人人都從應用上去着想、科學就不會有發達的希望、所以我們現在不要買櫝還珠、因為崇拜實業就把科學家撇在腦後了。

現在大家可以明白科學家是個甚麼樣的人物了。但是這科學家如何養成的。這個問題也狠重要、不可不向大家說說。我們曉得學文學的、未做文章以前、須要先學文字和文法、因為文字和文法、是表示思想的一種器具。學科學的亦何嘗不然、他們還未研究科學以前、就要先學觀察、試驗和那記錄、計算、判論的種種方法、因為這幾種的方法、也是研究科學的器具、又因現今各科科學、造詣愈加高深、分科愈加細密、一個初入門的學生、要走到那登峯造極的地方却已不大容易。除非有特別教授、照美國大學的辦法、要造成一個科學家、至少也得十來年。等我把這十年分配的大概、說來大家聽聽。才進大學的兩三年、所學的無非是剛纔所說的研究科學的器具、和關

於某科的普通學理。至第四年第五年、可以擇定一科、專門加以研究、窮至前人所已到的境界、並當盡閱他人關於某科已發表的著作（大概在雜誌裏面）如由研究的結果、知道某科中間尚有未解決的問題、或未盡發的底蘊、就可以同自己的先生商量，用第六第七兩年的時間、想一個解決的方法來研究他。如其這層工夫成了功、在美國大學就可以得博士學位了。但是得了博士的、未必就是科學家。如其人立意做一個學者。他大約仍舊在大學裏做一個助教、一面仍然研究他的學問。等他隨後的結果果然是發前人所未發、於世界人類的智識上有了的確的貢獻、我們方可把這科學家的徽號奉送與他。這最後一層、因爲是獨立研究、狠難定其所須的日月、我們暫且說一個三年五年、也不過舉其最短限罷了。這樣的科學家、雖然不就是牛頓法勒第兌維阜婁達爾文沃力斯、也有做牛頓法勒第兌維阜婁達爾文沃力斯的希望。這樣的科學家、我們雖然不敢當、却是不敢不自勉的。

七　科學的人生觀（註一）

楊銓

人生觀之意義。　於波濤洶湧茫茫洋海中、航海者終能達彼岸者、賴有指南針也。人之一生事業靡窮、以言行業何止千餘種、以言學問更無涯際、前人謂一物不知、儒者之恥、自今以言之、不可能也。是故處今之世、無目的必無所成。人生觀、生命目的之指南針也、其需要至大。使有生命之目的、職業雖多、有不覺其多者。若夫徘徊歧路、毫無方針者、熙熙攘攘、阻礙交通、真若有人滿之患也。美國某新聞紙載一極有趣味之故事曰、『人有學醫者、或謂之曰「醫生已太多，何必學此。」曰「予志已決、願世之學醫者與我戰耳。」』斯言足喻學業之有目的者無擁擠之患也。有人生觀、然後可言生命之目的、亦猶行舟者有指南針然後可言欲往何方也。

人生觀之種類。　人生觀異常複雜、大別之約有下列數種。

宗教的人生觀。　此種人生觀、悲天憫人、以救世爲懷、在現代之勢力殊薄弱、然在十

（註一）民國十年十月初四晚在南京高師附中補習班講演。衞士生筆記。見十年『科學』第六卷第十一期。

九世紀之末如托爾斯太輩尤極力主張之。

美術的人生觀。 趨重感情方面、以美術的眼光解釋人生、如阿諾爾特(Arnold)如葛爾德斯密斯(Goldsmith)皆主張此說者也。我國之詩人墨客大都具有此種美術的人生觀。

戰爭的人生觀。 達爾文之物競天擇論雖爲生物學說、然引用於人羣、則爲戰爭的人生觀。尼采謂戰爭爲人生重要之原素、戰爭絕跡能使優秀者退化、此說影響於德人甚大。

實利的人生觀。 作一事立一說均求實用、此種人生觀觸處以利爲先。實際上言之、具此種觀念者當推中國爲最。綜觀我國古今各書以人生觀爲宇宙觀、專求致用。其所研究之學問不能軼出政治社會之範圍、求其超然於人事之外純粹研究宇宙現象者幾不可得、豈是以利爲歸、此所以科學幼稚、始終不能發達也。

科學的人生觀。 此與上列各種不同、且可以補救上列各種之弊病。茲述如下。

何爲科學的人生觀。 科學的人生觀乃客觀的、慈祥的、勤勞的、審愼的人生觀也。何

謂客觀的。不以一己之是非爲是非、凡一切事物俱以客觀態度覘之。曷云乎慈祥。卽與宇宙之形形色色表有同情。兒勳植之外表、同時念及其種子之如何傳播營養、土地氣候之影響如何、能知動植物生活狀況而了解其生存之艱難、且發生同情之觀感焉。曷云乎勤勞。以求眞理爲畢生之事。求眞無終止之日也、故科學家亦無作工休止之日、從無家擁巨資或手握大權得富貴而卽停輟者。如歷來發明家、只求眞理、不知實利、有至死不休者。曷云乎審愼。凡有所聞、必詳其事之原委條件、無囫圇入耳之言、亦無輕率脫口之是非。蓋科學家對於一切事物俱存懷疑態度、忍耐求之，不達到眞理目的不止也。

欲明科學的人生觀、當先明科學之精神。英國科學家福斯塔（Foster）論科學之精神、有下列數端。

一、好眞。 用科學的方法求可證明之知識、「爲眞理而求眞理、」抱百折不回之志、非外界事物得而阻之也。

二、敏捷。 每就一事尋其綫索、然後按步就步、用全副精神以赴之。如牛頓從微光研

究而得七色光帶之結果。總之察微知幾、見人之所未見、聞人之所不聞、此種敏捷能力爲人人所必需、固不僅科學家也。

三、勇於爲是。 不知難、不畏葸、見理勇爲。作就一事、又有一事、無終止時、亦無退讓時也。

當代生物學家湯柏生教授 (Prof. J. A. Thompson) 之論科學精神也、分爲四項、茲述如下。

一、敬愛事實。 常人對事物每趨重於我見、指牆曰黑牆、而牆之色實白也。顧以自我主張、必百方以證明之、牆之果爲白爲黑非所欲知也。科學家則不然、重事實、具有客觀的態度、敬之如孩提之見父母、愛之如餓莩之得飲食。試讀科學家傳記、其字裏行間、殆無不爲此種精神所瀰漫。世謂達爾文之最大供獻於科學界、卽爲敬愛事實。其搜集研究材料有至數十年而不得其結果者、然達氏之學問事業、太半由此敬愛事實以成也。

二、科學的審愼。 以客觀的、審愼的態度判決事實之結果、如偵探僅見血不能斷爲

殺人、必須聚各方面事實以證明之、然後始下一斷語。赫胥黎最尊重天演說者也、然其先固爲反對此天演學說最激烈之一人、痛詆達氏之證據爲不足。及達氏之物種由來一書出版、赫氏乃大爲嘆服、信仰備至、且出其全力以助達氏宣傳此學說焉。又如達氏一生喜記錄反對者之言論、雖一言不遺、以爲將來證明學說之參攷。嘗謂反對之說最易忘、故不可放過。湯姆生謂不轉下斷語爲智育之最大成功。凡此皆足證科學家之審愼態度焉。

三、眼界清楚。　吾人讀書觀物往往不求澈底、甚且以陶淵明之讀書不求甚解自慰。不知陶氏之意僅謂不屑於章句之間用功夫耳、非謂不求其真意也。科學家眼光明瞭、事事求澈底了解、不含糊混亂。愷爾文男爵(Lord Kelvin) 每恨英文名詞不準確、不足代表科學真意、如「聲之和諧」與「色之和諧」兩者、自物理性質言之、絕對不同、而名詞則一、混淆甚矣。愷氏有所發明、無適當英字足代表者、必煞費苦心創造新字。其意謂前人之經驗所得遠不如今、其字不足代表我意。科學家之眼界清楚、不肯含糊、有如此者。

四、關聯觀念。　此種觀念爲人生觀所應有者。墜粉筆於地、同時聯想及地心吸力、地球之構造如何、是否爲鑛物質、并其原子性質如何等等。見植物并思其構造生長氣候等等。世無無果之因、亦無無因之果。宇宙間關係極深、故關聯觀念實足供吾人以搜尋眞理之綫索。今人喜談社會問題、每言改造中國。顧非先研究其政治、經濟、社會及其種種有關係者、且探索其關聯處、不能輕易下斷語也。達爾文嘗作文論土蟲與世界麵包之關係、及猫與苜蓿之生長、窮二十餘年之研究成之。在吾人視之、土蟲與麵包、猫與苜蓿、誠風馬牛不相及、然一經生物學家之研究、則知其間影響固至大也。實則宇宙之大觀卽在事物之互相關聯、人類之知識亦卽在發明了解此種種關聯而已。近人往往以腦筋簡單責人、所謂腦筋簡單、實卽缺乏關聯觀念之謂耳。

科學的人生觀之特色。

(甲)科學的人生觀與德謨克拉西。　德謨克拉西一名詞、在我國除不辨之無者外、幾於無人不知。有謂今人之動輒曰德謨克拉西、殆與昔人之誦「南無阿彌陀佛」相似、其勢力之大可見。科學的人生觀頗具有德謨克拉西之精神。無强弱、有是非、不似

世之人情、「祇許州官放火、不許百姓點燈。」其擁護眞理也、無宗教、無階級、無國家、惟知有眞理而已。愛恩斯坦猶太人之居德國者也、既發明重力新說、欲於1919年五月、日全蝕時證驗之。然全球惟南美之巴西及非洲之勃林塞勃可見全蝕。是時歐戰未已、愛氏困於德不得出、英皇家學社乃遣人往兩地爲之測驗。愛氏學說之震動一世、由於英人之測驗結果左證其說者至大。夫英之於德、仇敵也、而於其科學家之事實不特不反對、且協助推崇之不遑、可以見科學精神之大同矣。又如英王查爾斯第二(Charles II)以倫敦市夥葛雷恩特(John Graunt)於統計學說有所發明、因紹介之入皇家學社、社中歡迎之誠絕不因其執業微賤而異。可知科學的人生觀無階級、無虛榮心、至平等、至高尙也。玆更列舉少數著名科學家之出身、以證斯言之非虛。

一、巴斯德(Pasteur)病理學始祖、微生物發見者、爲治皮匠之子。

二、柏利斯力(Priestley)、養素發見者、本業成衣、

三、康德(Kant)哲學家、心理學先進、本業馬鞍商。

四、瓦特(Watt)、汽機發明者、業修理機械。

五、斯密斯 (Smith)、經濟學始祖、本業農。
六、法勒第 (Faraday)、電學始祖、爲銀匠之子、本爲商店藝徒。
七、佛蘭克林 (Franklin)、電學家、本業印刷、
上列均以貧賤之家而致令名成偉業者也。
(乙)科學的人生觀之實事求是。　科學家尊重眞理、不怨天、不尤人、不以處境微賤而易其志。若法勒第爲皇家學社實驗室之助手、得接觸儀器觀察實驗之機會、潛心研究、遂成物理學大家。瓦特爲格拉斯戈大學之修理儀器匠、研究機械、遂有蒸汽機之發明。此兩人終其身未嘗改業、視今人之見異思遷、徒騖虛名者、相去何可以道里計。法氏又嘗爲學社司帳、以統計的方法得精確之結果、大爲人所歎服。牛頓嘗爲英國造幣廠長、以其科學知識與方法改良造幣、成效卓著。皆足代表科學家實事求是之精神也。
(丙)科學的人生觀之甘淡泊。　抱實利主義者只知金錢、不知其他。科學家之研究科學、其所希冀之報酬卽在求科學之進步。故美生物學家約丹 (Jordan) 曰、『研究

純粹科學者、不爲名、不爲利、但求眞理之愉樂而已。自古以來、研究自然之學者皆暫以貧終。彼輩目中之金錢、無論自有或他人者、僅視爲可以增加或改良其工作力之物而已。吾國人與西方文化接觸、精神之改革未見、物質之嗜好日增、鄙儉德安貧爲不足道、是以洋房日高、窮民之苦日深。新學者習於西方之物質文明、維持衣食住之不暇、無怪於學術事業少貢獻也。陶淵明謂『道勝無戚顏』、又曰『君子憂道不憂貧』顏囘一簞食、一瓢飲、不改其樂、實足代表科學家之淡泊精神。就吾國目前狀况論、尤當竭力提倡之、培養之。

反對者之言論。 科學的人生觀果有利而無害乎。托爾斯泰與尼采均反對科學的人生觀之最烈者。托氏攻擊之意可分爲二、(一)「玩物喪志」 大旨謂見螞蟻而研究其身體、於人何用、天地間事事物物須以人類之福利爲指歸。(二)「爲人作嫁」科學發達、發明增多、是使資本家愈富、勞工愈困苦。電報火車等物、實資本家生財之具、非平民所得享用也。托氏之言似是而非、失之偏激、有可爲解釋之者。謂科學家爲「玩物喪志」也、則美術音樂文學何一不可謂爲玩物喪志。况人類之大利、往往得之

於純粹科學中無足重輕之發明乎。電業今日造福人類甚大、而發原於法勒第之電磁研究、是其明證也。謂爲「爲人作嫁」須知資本勞働階級之相懸殊者、由於社會分配之不均、政治之不良、非科學之咎也。

尼采則謂科學訓練造成客觀之人、事事無主見、遂成無己之人(selfless man)、依賴守分、使出類拔萃之精神消磨淨盡。斯說也、亦有未盡然者。科學精神雖重客觀、然守真求是不屈不撓、不畏艱險。惟其依賴觀察、故能屏棄成見、遺世獨行。實驗室中正足以養其浩然之氣也。

結論。 科學的人生觀足以救今日中外人生觀之失、在今日中國之時局尤當痛下針砭。年來中日感情日惡。顧日人不足畏也、所可畏者國人多不守本分、逾越範圍、僥倖之心日甚、苟且之術日工、實效不求、虛聲是務、卒至事業不舉、學術掃地、亡無日矣。波蘭人亡國後科學人才輩出、猶太人亡國後於世界之學術實業供獻極多、人皆不敢侮之、是國亡而人格未亡也。今日我國最重要之問題、無過太平洋會議問題、吾人併力爭之甚是。然會議之勝負、仍不過一時之勝負耳。苟中國猶是舊日之中國、無進

步、無改良、則終不能自立。惟國內有學問家、有事業家者出、於世界之幸福與真理有所供獻、然後可以得人敬助、然後可以不受人侮。吾人當知武力之威權雖足以亡人國、而不能滅人格、惟學術之破產則人雖不亡我、而我且自亡矣。今日所以言科學的人生觀者、以諸君皆抱學術救國之志、故願以此互勉也。

八　托爾斯泰與科學(註一)

楊銓

托爾斯泰(Lev N. Tolstoy)十九世紀之大改革家、而亦文學界思想界之鉅子也。厭棄貴族生涯、從事平民呼籲、茹苦嘗辛、以身作則，其所言行無不以人類幸福爲歸宿。睹當世平民之顚沛流離、中上社會之驕奢淫佚、不勞而食、深慨宗教淪夷、近世文明流毒之甚、因抨擊一切文化殆無完膚。矯枉過正、在西國爲對症下藥、改革家固當如是也。其著述風行全球、感人至深、吾國近年思想家亦漸被其影響，惟托氏語多有激而發、讀者不察或不免斷章取義之失。其攻擊科學之言尤易滋誤解。吾國科學方在幼稚時代、苟以大宗師如托氏者之言而抨擊之、誠以石敵卵、無復存長之望矣。作者竊爲此懼、因取說氏責難科學之言加以答解、以爲國人讀托氏言論者之參攷、或亦介紹托氏學說者所許也。(註二)

(註一)見民國八年「科學」第五卷第五期

(註二)參觀「新教育」二卷一期蔣夢麟博士托爾斯泰人生觀、及民心週報一卷五六期胡宜明孫其杰兩君同譯之托爾斯泰名言。

托氏不滿意今世科學之處隨在流露、綜括之、可歸四大要點、

(一)科學不能解釋生命之意旨。其言曰

(甲)『吾生之中是否有一意旨、雖此不可却免之死不能加以毀滅……一切科學確定明瞭之度乃與其應用於生命問題之能力成反比例。』(註三)

(乙)『實驗科學之問題、在求物質現象之因果。使其不以最終之主因入其研究、實足與吾人以正確之知識、且足表現人類心智之宏大。』(註四)

(丙)『欲以人類形下需要之研究、以釋此主要唯一之生命問題、是爲不可能。』(註五)

(丁)『此輩(指科學家)堅謂生命起源於物力與機力之作用。』(註六)托氏此點可分爲兩意。(一)科學無解釋生命之能力、(二)科學家强以科學解釋生命之荒謬。吾人於此點所當察者第一爲「生命」一名詞之命意。托氏所指實爲精神界之生命、此屬

(註三)Leo Wiener 英譯托氏全集(以下簡稱托集)第七册 My Confession, 25 頁。

(註四)同上30頁。

(註五)同上第七册 On Life, 238 頁。

(註六)同上 232 頁。

於宗教與哲學之範圍、科學當然不能過問也。科學所研究之事物以吾人官能知覺所能及爲限、超乎官能知覺以外者、既非科學方法所能證驗解釋、則科學亦惟有自認不知而已。故披耳生(Pearson)曰『科學對眞正神學(此對自然神學如基督科學之類而言)與默示皆無所置答、以科學之事業完全在別一平面也。(註七)……論科學涉及官能知覺以外事物之權利、實無爭點可言、以科學固明白自陳無此種權利也』(註八)(註九)湯姆生(Thomson)亦曰『科學與宗教不可以同器衡、其間亦無眞衝突。……宗教所求致實者、在超乎官能知覺以上之事物。』(註十)强科學以答宗教之問題、誠如湯姆生所云欲於同一時間操兩國語言矣。托氏非不知此也。味其第一點乙說之意、則其所攻擊者非科學本身而爲科學涉及題外之非。

科學果涉及題外以强解生命問題乎。此又不得不先定「生命」名詞之命意。使生命

(註七) The Grammar of Science, by Karl Pearson, p. 108

(註八) Pearson: Grammar of Science, p. 110.

(註九) 迷信鬼神之談以物質現象爲其左證者、仍爲科學所當研究、以其不出官能知覺範圍也。此節當別論之。

(註十) Thomson, J. A.: Introduction to Science, p. 193.

而指有機體質之現象也、是爲科學範圍內之事物、不得以題外譏之。使其所指爲精神界之生命也、則當然不屬於科學、雖有科學家強爲之說、不成科學、但能視爲其個人所發表之哲學觀念而已。托氏亦知所言厚誣科學、其自註曰『真科學知其位置與題案者、謙而有力、從不作此論調。』(註十一)是其所攻擊者非真科學明矣。

(二)科學不以人類幸福爲目的、其言曰

(甲)『今之科學家自謂研究一切事物、無所偏頗。然事物之數無窮、欲盡研一切、無所偏頗、尤爲不可能、故其言純屬理想。實則渠輩所研究者絕非一切事物、尤不能曰無所偏頗、惟擇己所視爲最重要與最當意者研究之耳。此輩屬上流社會、故最重要莫過保守現狀、使此種社會得長享其特權、其所最當意者、則爲易舉無用而又能饜其閒惰好奇性之事物。……欲有以自解其選擇事物之道、因復創「爲科學盡力科學」之理論。』(註十二)

(註十一)托集第七册、On Life, 252 頁、作者小註,

(註十二)托集第十一册、What is Art? 335 頁。

(乙)「吾人曾發明電報電話留聲機等物矣、然於生命及平民之勞苦果何益乎。」(註十三)

(丙)「苟社會之結構不良、如吾人今日之多數人受壓制於少數者、一切征服天然之勝利、徒以增加此壓制之力而已。」(註十四)托氏此點亦可分為兩意。(一)科學不能盡研一切事物、又不欲以人類幸福為其標準、故惟便利於己者是擇、而以「為科學盡力科學」之理論自解。(二)科學雖有可供實用之發明、然受其惠者僅為少數人、故有害無益。

科學是否當以功利為鵠、是為哲學問題、非吾所欲論。惟就科學之真象言、則其研究材料既非隨意選擇、亦不能以眼前之利定其去捨。科學之職務在類分事實、明其關係與比較的重輕。科學之功用則在能以簡確之律例而馭無涯之經驗。故事物雖浩如煙海、科學家則信其間必有條不紊、可供有意識之選擇。不然、紛如亂絲之宇宙何

(註十三)同上第九冊、What Shall We Do Then? 262 頁。

(註十四)同上第十二冊、Preface to Carpenter's Modern Science, 115 頁。

從類分事實、更何關係重輕可言、不特科學之律例不能成立、卽科學之本身亦不復存在矣。吾人旣明科學之目的在求事物之統系、而以簡明之律例表其變化、則其選擇事實之程序當然由簡入繁、由常及異。繁爲簡之合、明乎簡、可得事物異同之點變化之律。常爲當前之物、故應用最廣。常物旣盡納於律例、再進而求非常之事物以推廣此律例之範圍、而此律例之真僞完缺亦於是見焉。(註十五) 是故生物學之研究細胞、化學之研究原子、一切科學之研究新奇問題、非好爲玄渺無用之求、亦非以遂其閒逸好奇之性、蓋本科學之宗旨而逐序進行也。然當科學家研攻之際、其心目中未必時時有此觀念、而終不踰此軌轍者、則宇宙之純智至美有以誘其衷也。請引樸完卡雷(H. Poincare)之言以釋吾說。樸氏曰。

「科學家之研究自然、非以其有用也、彼樂之、故從事焉、彼樂之、以其爲至美。苟自然而非至美者、則不值一知、此生亦復何趣。余爲此言、非謂自然之能悅我耳目也、亦非謂其能致用於我也。是二者、我亦不謂惡、第非我所重耳。我所謂至美者、爲自然界中

(註十五)參觀115—116頁、胡明復博士作科學方法論一。

事物綱理之和一、而此則惟純智能察之。此爲主體，其所爲吾人所覺視而應用者爲其霞光。苟此主體不存、則吾人習見之麗之美、皆將如夢魅而非永久。且純智中之至美、爲自存、爲無待、爲無上至珍、爲科學。故科學家樂爲捐生、雖人生之樂利猶爲其次焉。』(註十六)

樸氏此言實對托氏責科學忽略人類幸福而發、故終之曰。『希臘人之能優勝野蠻民族、其後裔歐人之能優勝世界、正以野蠻人惟濃厲之色與粗囂之鼓聲、足以震蕩其耳目者是好、而希臘人獨能愛此潛隱於耳目之美中之純智至美、此純智至美乃大足堅厚吾人之智力。』

『誠然、吾所謂優勝者、托爾斯泰必且大驚、彼亦必不承認其有真用。然此因愛好至美不爲權利之求真實爲至當、且能益人。吾固知所言不能無誤、亦知思想家未必盡能得此和平之天機、且知世間不乏敗德之科學家。然則吾人其將盡棄科學而研究道德乎。是何言、君以爲道學家下講台後、遂無瑕疵供人指謫乎。』(註十七)

(註十六)見 Poincare; The Funda ion of Science. p. 336. 此用胡博士譯文、

(註十七)同上、p. 368.

科學之本值固如是矣、然科學之功用固不囿於智育一隅、十九世紀之物質文明皆愛好此純智至美所穫之枝葉果實也。吾人已熟聞讚頌科學實利之言、無俚述之必要。所不可忘者、應用爲枝節、而根株則在理論。昔人培植理論吾人乃食應用之賜、使今日束理論於高閣、不特科學無進步之望、後之人欲求新發明新應用亦不可得矣。托氏又謂一切科學發明僅爲少數人所利用、無益於平民之生活。是說也、雖近社會黨人之論調、然自有其片面之理由。多數發明因經濟之利益、僅宜於多量製造、故需大資本、遂爲資本家所壟斷。又發明事業各國均有專利權。此專利權不特與少數人以控制發明之權、且常增高發明品之物價、使平民無力享受。然此由於政治社會與經濟制度之不良、不能以責科學也。且發明之有益與否、當以社會所受之絕對利害爲衡、不當以各級社會所受之比較的利害定之。使印刷機火車電燈電報諸物不能增加今日平民之物質幸福、反增其痛苦、則發明誠有害無利。若曰少數人所享發明之利優於多數人、遂謂爲發明之罪、此但可作改革社會之辨辭、非持平之論也。托氏亦自知其持論過偏、易爲人誤解、故於答否履景(P. V. Vorigin)書中曰『傳播此真

理(指合衆)之意旨、其道至多、通商也、電報也、征服也、旅行也、書籍也、鐵道也、及其他種種均是其中捨征服一途爲吾所拒絕外、他如書籍及各種交通利器、吾不特無拒絕之理由、且欲不自棄其服務上帝之利器、勢不得不用之。」(註十八)

(三)科學與迷信相伯仲。其言曰

(甲)『科學與迷信、所異者不過其知識時代之先後。科學爲程度較高之知識、故勢所必至……提倡科學爲不可能、猶時期未至、不能勸人添鬚也。』(註十九)

托氏此言殆僅從人類知識之廣狹着想。人類知識之進化誠如由孩提而至成人。吾人不能勸兒童添鬚、與不能在原人時代高談十九世紀知識、其理一也。然科學與知識有別。科學之要素在其方法、科學知識不過用此方法所得之結論耳、故披耳生謂「一切科學之能和一、不在其材料而在其方法。」(註二十)何爲科學之方法。卽徵集事

(註十八)托集第十二冊、Letter to P. T. Vorigin, 327 頁。

(註十九)同上第十冊、Thought & Aphorism, 145—6 頁。

(註二十) Pearson: Grammar of Science, P. 12.

變類分之、簡析之、律之以假設、證之以實驗，假設與實驗符合、則律例成立。科學之知識可變、而方法不可變。自鐳之發見出、科學之知識經一大改革、然發見鐳之方法則不異於牛頓之時也。今試一察迷信之內容、則知兩者之不可同日而語矣。迷信之定義不一、金斯來(Rev. C. Kinsley)謂為對於所不知之畏懼、巴雷脫(Sir W. F. Barrett)則謂『凡指定之原因與懸擬之影響無關，所發生不根事實之信仰、及因以信仰可以禍福而行之迷信舉動、均為迷信』。(註二十一) 因愚而生之畏懼也、不根於事實之信仰也、其為愚昧之現象則一。使無科學之方法、雖益以新知識、不能變迷信為科學也。今試攜非洲土人環遊地球、其知識必大增、然不能使成科學家。迷信與科學所異不在知識之廣狹、而在方法之有無、明矣。

(四)科學既為職業、則不得謂為裨益人類。其言曰

(甲)『從事科學亦一種職業、以自遺閒時而服務他人者、與製造麵食燈件諸物相等。吾不幸之青年乃以道德行為加之、此其所以謬也』。(註二十二)

(註二十一) Barrett, W. F.: Psychical Research, 15.

(註二十二)托集第十冊 Thoughts & Aphorisms, 145 頁。

(乙)科學與美術固嘗造福人類矣、然所以致此者、不因其徒從之不勞而食、而在彼中曾有上智者放棄權利以益人類」(註二十三)

(丙)加里雷倭之事業不可與田達爾 (John Tyndall) 之事業同日語、亦猶最初基督教徒之生活不可與教皇之生活同日語也」(註二十四)

托氏之意以爲凡人苟由其事業而得衣食、則其在此業所成就均不得謂爲有功人類。使科學事業而如製造鞋帽之可以按出品多寡而定工食之高下、使科學家在社會之地位如教皇教士之以宣教爲生、則托氏之言雖過激、尚得成立、然非今日之事實也。吾人試一覽科學名人傳與當世科學家所處之位置、則知科學家所恃以爲生者、非科學而爲教育工業諸職業。加里雷倭牛頓諸人無論矣、即以托氏所指斥之田達爾而論、田氏畢生爲大學教授、未嘗因發揚科學排除迷信而得物質報酬也。他若達爾文厄斯台特安培耳法勒第愷爾文諸人之發見發明、爲世界之公物、文化之基

(註二十三)同上第九册、What Shall We Do Then? 256 頁。

(註二十四)同上、283 頁。

礎、無與於個人之衣食、更彰彰在人耳目、無待言矣。不特此也、卽使科學家而以科學爲職業、苟其功業有益人類、遠過其所食社會之報酬、仍有受社會崇拜之價值。譬之僕役職司灑掃、一旦盜侮主人、僕格退之、主必慰勞逾格、非以此僕所爲遠過與其工値相當之職務耶。科學家之在社會亦此僕耳。今乃謂其畢生精力所成之利世事業、因食社會之麵包牛乳、遂無功可言、不亦過乎。林肯以政治爲生涯、托氏亦嘗著書自給、世之崇拜林肯功業托氏思想者未嘗因此稍異也。

托氏抨擊科學之言固不僅此篇所引、惟以其他非一意重見卽無關宏旨、故不論。總之托氏以人類幸福爲生命之鵠、一切科學美術哲學文學皆所以達此終鵠之途徑、蓋純乎宗教改革家之言也。說者以盧梭以後一人稱之、良不爲過。然宗教改革家之言每因時地而異。盧梭之返自然、托氏之重人道、所處之社會不同也。十九世紀歐美物質文明之進化一日千里、社會道德常有奔馳不及之勢、托氏欲挽狂瀾不惜屈理求之、其迹可諒、其人格益不可及矣。吾國科學尙無其物、物質文明更夢所未及、居今而言科學之弊與物質文明之流毒、誠太早計矣。然歐美物質勢力集中於資本家、社

會結構因以不穩、此又吾國習應用科學者所當引爲前車、勿使未來之托爾斯泰復哀吾國也。

第二編 科學方法

一 說『合理的』意思（註一）

任鴻雋

『合理的』三個字、是現今新發明的形容詞、我們看書閱報和有點學問的人講話的時候、常常遇見的。因爲他的字面、沒有甚麽新奇出色的地方、所以注意的人狠少。但是他的意思、却狠重要、要是大家果然明白了他的真意、處處去求一個『合理的』、也就是思想的進步了。

和『合理的』相當的英文、是 rational 一個字。這『合理的』三個字、是否英文 rational 的確譯、我們暫且不管、不過使用起來、總是合英文的 rational 同意的。英文的 rational, 是從 reason（理性）這個字孳乳出來的、意思是說凡是經過人生的『理性』考驗一番、見爲合宜的、都可稱爲『合理的』。所以『合理的』的『理』字、簡直可以作『理性』的『理字』解。我們中國人說、『人爲萬物之靈』外國人說、『人是有理

（註一）見民國八年科學第五卷第一期

性的動物』這『理性』既是人類異於禽獸的所在、我們就把來作一個鑒別好惡的標準、想來也沒有甚麼不可以的。

但是理性又是個甚麼東西。就哲學方面說、那理性派的人、簡直把理性當作一切世間智識的根源。他們既不認神的存在、又不認官感可以得一切事物的真象、所以他們主張、凡經過理性推理出來的、方才合乎真理。這種理性的說法、對與不對、是哲學上的問題、我們可以不管。就是他們的意思、也似乎精微奧渺一點、平常『合理的』三個字的意思、當然不是說合的這個理。就心理學一方面說、推理就是反感 reflection 和判斷(judgment)的一種連續作用。這反感和判斷、都含有前識在內、所以推理結果的善惡、也就不能一定。譬如孟子說、『孩提之童、無不知愛其親也、及其長也、無不知敬其兄也。』這愛親敬長的觀念、孟子說是良知、其實還是推理的結果。有人駁孟子的話、說『孩提之童、所以愛其親者、愛其乳也。』我們就不說愛親的觀念、是由愛乳生出、但是孩提之童、知道愛親的時候、必定先有一個和我最親的人的反感、加上種種原因、生出一個可愛的判斷。總而言之、這愛親敬長的觀念、決不是單簡的。既然

不是單簡的、我們竟可以說是推理的結果、不過這種推理的結果、是歸於善的一方面罷了。也有推理的結果、是歸於惡的方面的、如莊子述盜跖的話說。『妄意室中之藏、聖也。入先、勇也。出後、義也。知可否、知也。分均、仁也。』這種聖勇義知仁的美行、那一件不是由推理得來的。不過這些美行、在盜跖手中，都變了惡德、所以單就推理、來決定行爲思想的合不合、也是靠不住的。

推理的結果、雖然不能拿來作善惡的判斷、但是推理這個機能、到底是人類特有的。有了這個機能、造出來的東西、是好是壞、那全看他所用的原料、和運用的方法罷了。所以我說『合理的』未必就是合於推理的意思。『合理的』意思、是說合於推理所得的一定方式。換一句話說、『合理的』幷不是合於推理的主觀觀念、乃是合於推理的客觀的結果。這客觀的結果、又是個甚麼東西呢。

客觀的結果、爲推理所尋求、最重要而且有價值的、只有一件、就是天地間事物的關係。或這件事有時爲那件事的原因、那件事有時爲這件事的結果、我們也可以說是原因和結果的關係。明白事物的關係、何以就是『合理的』等我舉幾個例來講一

講。比如現在東北幾省在鬧疲症。一般的人、不去從清潔衞生、和防止傳染的方法講求、却成日的拜佛求神、打醮驅鬼、要想防止疲症的流行、這個事情、我叫他不合理。又如信風水的、把他家祖先的骸骨、當作小菜種子一樣、想找一塊好土栽下、以求後嗣的發達、這個事情、我們也說是不合理。又如信風水的人、有一天去找一個瞎人、摸一摸他的骨頭、說道你這塊骨頭生得好，將來可望做總統、那塊骨頭差一點、後日只有督軍省長的希望、這個事情、我們也說他是不合理的。我們說這些不合理、有甚麼理由。要說他是迷信嗎。這個話不足以服迷信的人。因爲我們說他是迷信、他們却有許多理由、許多不正確的理由。若是我們拿事物關係的話來說、他們可就無言可答了。世間上有一個普通的定理、無論甚麼人都得承認的、就是凡事皆有一個歷史的關係、斷不是突如其來的。既承認了這種關係、我們就可以考驗前舉諸例的合理不合理所在了。疲症是由黴菌發生的、和鬼神的關係在那裏。祖宗的骸骨、又不會生根發芽、怎麼會和後嗣的榮枯有關。你身上的骨頭、大一點、小一點、除了於你身體的重量、略有關係之外、和你後日的行事還有甚麼影響。總而言之、這幾件事情的結果、和那

根據的原因、是沒有關係的。旣是沒有關係、我們就叫他不合理。

我們再掉轉來、舉幾個正面的例、這『合理的』就是明白關係的意思、越容易領會了。比如作農夫的、要想他種植的繁盛、五穀的豐收、他們第一要曉得植物所須的養料是些甚麽物質。第二要考察他的田地土壤、所含的是些甚麽物質、所缺的又是些甚麽物質。第三方纔决定種何種穀類、須加何種肥料。這種辦法、我們叫他做合理的農業。爲甚麽呢、因爲我們明明的曉得、這下在土中的肥料、經過空中的養化或土中的黴菌作用、就變成一種可溶性的鹽類。這種物質溶在水中、被植物吸收、加以他的生理作用、就漸漸變成枝葉果實了。我們明白了這種關係、纔去用那個方法、故所以叫做『合理的』。又如講教育的、他們先研究了兒童的心理、曉得人類智慧的發達、要經過許多階級、又審督社會的大勢、知道以後的趨勢、應該走個甚麽方面。又還要研究教育的方法、以何種爲最有效。方纔起了一個教育的統系、定一個學校的課程表。這種辦法、我們叫做合理的教育。因爲這樣的教育、是把教育與社會的關係、以及教者和受教者與社會的關係、弄清楚了、纔去着手進行、與那些莫知其然而然的教育、

是不同的。再說我們的飲食、平常人只是喜歡吃甚麼就吃甚麼。那『合理的』食譜、是把人身的生理作用、考督得清清楚楚、知道一人一天、須若干蛋白質去變血化肉、若干脂肪澱粉糖類去發熱生力、幾多水、幾多鹽、都是一個人營養上所不可缺的。儻若有人說辟穀食肉、用酒代飯、可以長生不老、我們簡直可以罵他『不合理』、因爲他們於食物和生理的關係、完全是糊塗的。

上面說了許多話、我希望這『合理的』就是明白關係的意思、可以大略了然了。但是這『合理的』意思、還有幾個緊要的界限、等我提出來、請大家注意。

一、『合理的』和迷信反對。迷信就是不合理的信仰、這話我在前面已經說過了。再進一步說、迷信的事、就是不明原因結果的關係生出來的。比如我前面說的鬼神風水相命種種迷信、都是於本來沒有關係的事物、由心中想象成一種關係、至於這種關係、在事實上成立與否、他們就不深問了。這『合理的』意思、却要事實上明明白白尋出一個關係所在、所以『合理的』態度、和迷信是不並立的。

二、『合理的』不盲從古說。有許多人對於古人傳下來的言語思想、都奉爲天經地義、

從來不敢起一點疑問、這也是和『合理的』意思相背的。這個道理很容易明白、因爲人心進化、時勢變遷、古人所見爲『合理的』未必現今還是合理。我們若是凡事仰承古人的遺傳、不自己打量一番、何以見得古人所說、一定不錯呢。所以『合理的』態度、對於古說是不盲從的。

三、『合理的』不任用感情。人類的感情和理性、本來是兩種機能、各不相蒙的。有時感情激烈的時候、遂不免將理性抹煞。所以任用感情的人、每每看不清事情的前因後果、他的所行所爲、便都成了不合理的了。這個毛病、號稱爲文人的、最易犯着、所以我們和人家辯論的時候、最當提防、不要爲感情所動、犯了不合屬的弊病、

照這樣看來、這『合理的』字源、雖然和理性有些關係、『合理的』意思、却完全屬於客觀的結果、明白事物的關係。哲學家的理性說、固然不算真詮、文學家的感情論、也當退避三舍、果然事事求一個『合理的』、那種僥倖糊塗盲從妄冀的意念、都可一掃而空、豈非思想的進步嗎。至於這事物的關係、要如何纔能明白、則有科學方法在,

二 科學方法講義（註一）

任鴻雋

一、引言

科學是歐洲近三百年以來發明的一件新東西。這件東西發明以後、不但世界學術上添了許多新科目、社會上添了許多新事業、而且就是從前所有的學術事業也都脫胎換骨、迥非從前的舊態。總而言之、自科學發明以來、世界上人的思想、習慣、行爲、動作、皆起了一個大革命、生了一個大進步。因爲這個東西如此重要、所以我們要去研究。就是不能研究的、也須要懂得他的意思。但是要懂得他、須用甚麼方法呢。設如現在有一件機器、就說一個發電機罷、要懂得他、須用甚麼法子呢。第一就是把這機器折開、看他的構造、第二再要看他構造的方法。把這兩件事弄的淸楚了、纔曉得這件機器的運用。現在我們要懂得科學、先講科學的方法、也是這個意思。因爲要懂得科學、須懂得科學的構造、要懂得科學的構造、須懂得科學構造的方法。

（註一）本篇爲北京大學論理科講演稿、見民國八年「科學」第四卷第十二期。

二、科學的起源

科學的定義。既已言人人殊、科學的範圍、也是各國不同。德國的 Wissenschaft、包括得有自然人爲各種學問、如天算、物理、化學、心理、生理、以至政治、哲學、語言、各種在內。英文的 Science、却偏重於自然科學一方面。如政治學、哲學、語言等、平常是不算在科學以內的。我們現在爲講演上的便利起見、暫且說科學是有組織的智識。從這個定義、大家可曉得科學是純粹關於智識上的事、所以我們講科學的起原、不能不講智識的起原。

諸君曉得在哲學上有個極大的問題、就是智識起原論。因爲古來的哲學家、對於這個問題意見不一、所以哲學的派別也就指不勝屈。現在取他們兩個極端的學派作爲代表、一個是理性派 (Rationalist)、一個是實驗家 (Empiricist)。那理性派說、世間一切現象的真際、是不易懂得的、我們要是靠了五官感覺去求真智識、最容易爲他們所騙。譬如看電影中的人物風景、活動如生、其實還是一張一張的象片在那裏調換。又如山前放一大炮、耳裏就聽了一陣雷聲、其實還是一個炮仗。反而言之。我們

要是用心中的推想去求真理、倒還靠得住一點。譬如我們下一個定義、說凡由一點引至周邊之半徑相等者爲圓。這等定義、無論何時何地、皆可定其爲真、這不是真智識嗎。那實驗派說、世間的智識原有兩種、一種是理想的智識、如幾何算術等是。一種是物觀的智識、如物質世界的現象、我們不能不認其有客觀的存在。要研究這客觀的現象、除了用五官感覺、實在沒有他法。譬如但憑心中的理想和先天的知覺、我們斷斷乎沒有理由去斷定水會就下、或是水熱到百度是個甚麼情形、冷到零度以下又是一個甚麼情形的。屬於第一派的哲學家、就是柏拉圖(Plato)、來卜尼茲(Leibnitz)、石賓洛渣(Spinoza)、笛卡兒 (Descartes)、黑格爾 (Hegel)、康德(Kant) 一流人。屬於第二派的、就是培根(Bacon)、洛克 (Locke)、休姆 (Hume) 一流人。現在不過略講智識起原論、以見科學的起原、實由實驗派的主張、爲正確智識的哲理上的根據。至於兩派的優劣得失、那是哲學上的問題、我們現在無暇講及了。

三、科學與邏輯

哲學家講智識起原、是要想得正確的智識。這邏輯的用處、就是爲求正確智識的一

個法則。理性派與實驗派對於智識起原的意見不同他們所用的方法自然也不同。換言之、就是他們的邏輯不同。那理性派所用的是演繹邏輯(deductive logic)、又謂之形式邏輯(formal logic)、那實驗派所用的是歸納邏輯(inductive logic)。我們現在講邏輯的、都曉得亞里斯多德是演繹邏輯的初祖、培根是歸納邏輯的初祖。說也奇怪、那亞里斯多德不是狠反對柏拉圖的哲學、自己又狠研究實驗科學的嗎。但是他做起邏輯方法、却只得演繹的一半、可見當時邏輯與思想、原來不甚聯絡、無怪中世紀的時代這邏輯就成了一種形式了。形式邏輯何以不中用呢。(一)因爲形式與實質是决然兩物、形式雖是對了、實質錯不錯、邏輯還是不能擔保。譬如說。

凡當先生的是學者、

某君是先生、

故某君是學者。

這個演繹的形式、可謂不錯了、但是其理是否確實、還是一個問題。(二)就算實質形式皆不錯了、但是應用這種邏輯來解釋事理、仍舊靠不住。譬如我們通嘗說『氣之

輕清上浮者爲天、氣之重濁下凝者爲地。』古希臘人也說『物質的自然位置、重的居下、物有反其本位的傾向、故下墜。』用邏輯的形式講起來、就是。

凡物皆有歸其本位的傾向、

重的本位在下、

故重物下墜。

這個說法、本來和引力說有些相像、但是『物有歸其本位的傾向』同『重物的本位在下』兩句話、請問是否先天的理想可以定其爲正確。若其不然、就是全篇的論理無有是處。

上面所引的兩個例證、非常簡單、但是所有的演繹邏輯、總離不了這個法門。這個法門爲何。就是先立一個通論、然後由通論以推到特件。只要把通論立定、這邏輯的方法就成了一種機械作用。譬如車在軌道上、自然照着一方向進行、至於方向的對不對、邏輯是不管的了。現在要挽救這個弊病、自然唯有反其道而行之。一方面是暫時不下通論、而從特件入手、由特件以推到通論。一方面是用觀察及試驗、先求特件的

正確。這從特件以歸到通論的辦法，就是歸納邏輯。歸納邏輯雖不能包括科學方法、但總是科學方法根本所在、我們須得詳細研究歸納邏輯的真義。

四、歸納的邏輯

講到歸納的邏輯、我們自然不能不先講培根、因爲培根是主張用歸納方法最早而最力的。培根說、『推理之爲用、不當限於審督結論、及結論與前提之關係、幷當審督前提之當否。』此已視演繹的邏輯進一步了。第二、培根的主義、是要爲自然界的僕人或解釋者、而不願爲前人的僕人或解釋者。所以他的 Novum Organum 開篇就說要去四蔽 (four idols)。(註二) 四蔽爲何、(一)是族蔽 (Idols of Tribe)、(二)是身蔽 (Idols of Den)、(三)是衆蔽(Idols of Market Place)、(四)是學蔽(Idols of the Treatre)。去了四蔽、然後可去觀督自然界的現象。培根說『我們第一個目的、是預備研究現象的歷史』這預備的方法、就是觀察與試驗。培根看得這種預備的工夫、非常重要。他說『若無這種自然界事實的歷史、就是把從古至今的聖人聚在一堂、也沒甚麽

(註二)近見『新潮』有譯作『偶像』者、但培根此字託始於柏拉圖之Idols、蓋謂心中之幻想或假象耳。

事好做。……但是只要把這種歷史預備好了、自然的研究及各種科學的發達、總不出幾年的工夫。』

培根的歸納方法、有所謂三研究表、即(一)然類表、(二)否類表、(三)比較表。又有消除法、輔助法。但方法雖多、却不適用、所以培根自己於科學上并無發明、他的方法也沒人去過問了。但是他的功勞、就在主張實驗、搜集事實。這兩件事究竟是科學方法的基礎。我們現在講科學方法、還得要把剏造始祖的名譽歸他。

歸納邏輯、在培根的時代、雖然是草創、沒有甚麽實用的價值、到了後來彌勒 (Mill)、黑且兒 (Herschel) 柏音(Bain)惠韋而 (Whewell) 覺芬 (Jevons) 一般人出來專講方法、一方面有加里雷倭 (Galileo)愷柏勒 (Kepler)牛頓(Newton)拉瓦謝(Lavoisier)拉勃拉斯(Laplace)兌維(Davy)法勒弟 (Faraday) 一般人由各科學方面實地應用、這歸納的方法、纔漸漸有軌道可尋、詳細可講了。如彌勒的五法 (five canons)無論甚麽邏輯書上皆有的。現在也無暇討論、我們且說這歸納邏輯、究竟是一個甚麽意思。

據惠韋而的說法、歸納邏輯、是由許多事實上、加上心中的意思、使衆多的事實成了一個有條貫的智識。譬如我們何以知道地是圓的呢、就事實上說、設如從相離狠遠的兩點、同時直向北走、走到近北的地方、他們兩個人的距離、比較在南邊的時候、一定近了許多。有了這兩個事實、再加一個地球呈圓形的意思、就使茲兩個事實聯結起來。成了一種知識。這以心中的意思聯結許多事實的作用、就是惠韋而的歸納邏輯。

2. 彌勒的說法、歸納邏輯是由實驗以得通則、由特殊以推到普通、由現在的情形推到未來。因為現在的事實、是因為有現在的境緣而後出現、將來若有同樣的境緣、我們可以決定同樣的事實仍舊出現、可見彌勒的意思、和惠韋而的意思不同。惠韋而重在以自己的意思、加入事實、彌勒重在就現在事實、去推測未來的事實。所以能推測將來、因為現在事實、正是普通規則之偶現故。

3. 覺芬說、歸納法是自然現象之意思的發見。如凡欲研究之現象或事實皆經考察過、謂之完全歸納。如未經完全考察的、其歸納則為不完全。譬如言鴉是黑的此為不

完全歸納。因爲鴉之必黑、無先天之理論可爲判斷、設如明日見一白鴉，則我們的論理立破。故不完全歸納、只有數學上或然之價值、而無邏輯上必然之根據。

4. 近人魏而敦(Welton)說、歸納邏輯是方法的分析。此方法起點於各個特例、由此分析的結果、可得自然現象實際的通則。因爲搜集事實、易生錯誤、所以實驗之數、以多爲貴。但使周圍情形能確然自定、就是一次試驗、亦可據爲判斷。有時因爲他種困難、其現象的周圍情形極難確定。在這個時候、不能不多行實驗，但是這種實驗的結果、仍舊不能算爲歸納。不過是算學上的或然數罷了。

照上面所說的看來、就是科學方法的專家、對於歸納邏輯的意義也是人持一說。但是他們有個共同的論點、是要從特殊事件中間發見一個通則。世間上事實既不能一一考察、而又新發見通則不至於錯誤、這其中必定有個方法、現在我且把這方法的大概寫出來。以下再詳細解說。

歸納法的大概。

1. 由事實的觀察而定一假說。

2. 由此假說演繹其結果。

3. 以實驗考查其結果之現象、是否合於所預期者。

4. 假說既經試驗合於事實、乃可定其爲代表天然事實之科學律。

五、科學方法之分析

科學的方法、既是從搜集事實入手、我們講科學方法、自然須先講搜集事實的方法。搜集事實的方法有二、一曰觀察、二曰試驗。

觀察。凡一切目之所接、耳之所聽、鼻之所嗅、口之所嘗、手之所觸皆是。我們對於外界事物、能有正確的觀念、皆由五官感覺、所以觀察爲搜集事實第一種利器。但是人人雖有五官感覺、能用這種觀察以得正確事實的却不容易。上面所引看電影聽炮聲諸例、有的是生理上的缺點、有的是物理上的現象、在科學上雖是不可、在常理上尚不能怪人。還有一種單爲官覺未經訓練、致觀察不得正確的。相傳化學大家徐塔兒(Stahl)一天到課室去、一手托了一杯碱水、把中指放在水內瞧了一瞧、却把食指放在口內、與學生看、叫學生照着他做。學生個個把食指放在碱水內、復又放在口中、

自然都疾首蹙頞起來。徐塔兒先生纔說、我說你們觀察不仔細、你們不服、你們不見我放在碱水內的是中指、放在口內的是食指嗎、這觀察事實是科學方法的第一步。要是觀察不正確、不得正確的事實、以後的科學方法就成了築室沙上、也靠不住了。試驗。

試驗是觀察的一種預備我們試驗的意思、還是要看他生出的結果、不過這種觀察、在人爲的情形之下施行罷了。試驗有兩種特別的地方、(一)試驗可以於天然現象之外、增廣觀察的範圍。(二)試驗可以人力節制周圍之情形、以求所須結果。以第(二)目的而行試驗時、我們有一個規則、道一次只變動一個因子。譬如要試驗氧素是否爲生命之必要、我們就把一個玻璃鐘裝滿氧氣、又用一枝蠟燭、把鐘內的氧氣燃盡、然後把一個老鼠放進去。但是這個法子不對、因爲鐘內雖沒有氧氣、却還有他種氣體、老鼠要是死了、我們何以知其非因他氣的存在而死、不是因爲氧氣之不在而死呢。

試驗這事不是容易的。大凡學科學的、平生大半的精力、都是消耗在這試驗上。學科學的不會行試驗、就同學文學的不講字一樣、我們可以說他不是眞學者。

有了觀察與試驗、我們可以假定有正確的事實了。照上面所講歸納法的大概、有了事實、不是就可以定一假說以求天然現象的通律麼、但是事情沒有那樣快、中間還有許多步驟要經過的。

分類。 有了事實之後、我們須得找出這事實中同異之點、然後就其同處把些事實分類起來。這分類的一屬在科學方法上也極重要、因為要不分類、所有的事實便成了一盤散沙、不相聯屬、科學是有統系的智識。這有統系的性質、就是由分類得來。有些科學、如動物植物等、其重要部分、全在分類。即以化學而論、各種原素的分類、也是化學上一個重要的研究、化學中最重要的週期律、也是先有分類而後能發見者。

分析。 分類之後、若在簡單的事實、我們就可以加以歸納 (generalization)。若是現象複雜一點、還要經過分析的一個手續。分析的意思、是要把一個複雜的現象、分為比較的一個單簡的觀念。譬如聲音是個複雜的現象。我們若是分析起來、就有

1. 發音體之顫動。
2. 顫動之傳導於介質。

3. 耳官之受動與音覺之成立。

所以這音的現象、可以分析成『動』與『感』的兩個觀念。這兩個觀念、在現在可算最簡單不能分析的了、我們分析的工夫、可以暫止於此。後來科學進步、或者還可分析、也不定的。

歸納。　歸納的作用、不是概括所有的事實、作一個簡寫的公式、是要由特殊以推到普通、由已知以推到未知。譬如我們看見水熱則成氣、冷則成冰、有氣液固三體的現象。又看見水銀也有這三種現象。又看許多旁的物件，原來是固體的。加熱就成了液體、再熱就成了氣體（如蠟糖等皆是）。我們就簡直可說、凡世間上的物質、皆可成氣液固之體。不過是溫度和壓力的關係罷了。

照這樣的歸納、先有事實然後有通則、這通則就是事實裏面尋出來的、比那演繹法中間所說、因爲重物的位置在下、所以向下墜的說法、迥然不同了。但是科學上這種明瞭的事體却很少、每每事實的意思還未大明白、我們就要去歸納他。在這個時候、不能說歸納所得的道理就是正確的、所以把所得的結論、不叫做確論、叫他做假設。

這假設的意思就是心中構成的一個圖樣、用來解釋事實的。假設。假設的作用、雖然不出一種猜度、但猜度也要有點邊際、方才不是瞎猜、所以好假設必要具下三個條件。

1. 必須能發生演繹的推理、幷且由推理所得結果、可與觀督的結果相比較。
2. 必須與所已知爲正確的自然律不相牴觸。
3. 由假設所推得之結果、必須與觀督的事實相合。

何以須有上三條的特性、方爲好假設呢、也有幾個原故。

(一)要定假設的對不對、仍須事實上證明。所以有了假設、必須由假設中可以生出許多問題來。這由假設生出的問題、就是演繹的推理。解決這些問題、仍舊要用實驗、仍舊還是歸納的方法。譬如化學上的元子說、是由定比例之定律及倍數比例之定律兩件定律得來的一個假設、有了這個假設、我們就可斷定許多的化學變化。又據試驗上所得的化學變化、果然相符、我們才說這種假設有可存的價值。要是試驗多了、只有相符、沒有相牴的時候、我們簡直可把這假設的地位提高起來、叫他做學說

(Theory)。要有假設不能演繹出特別的問題來、豈不成了永久的假設。這種永久的假設、有沒有是不關緊要的。

(二)因爲我們的假設、不過是一種猜度、講到他的價值、自然不能比得已經證確的自然律、所以我們止可拿正確的自然律來作我們的鄉導、却不能犧牲自然律來就我們的範圍。譬如現今有人說鬼可以照像、這個說法、非把物理上一切定律推翻、是不通的。

(三)假設原是因爲證明或解釋事實而設的。若其結果與事實不合、便失其爲假設的理由了。

講到此處、我們可以評論培根的科學方法何以不能成功。因爲他過於主張實驗、得了事實之後、只去列表分類、求他們的異同、要在異同之中發明一個通則、却不知用假設、由演繹一方面去尋一條捷路、正如運算的只知加減、不知乘除、遇着25×25、他便要去加二十五次、方得結果。況且有許多通則、并不是僅僅分類比較所求得出的。

再說上面講歸納邏輯的時候、曾列舉惠韋而、彌勒、覺芬、魏而敦幾個人的意見、一個

說歸納是把所有的事實概括攏來得一個通則、一個說歸納只是据特例以推到通則、要是特例是靠得住的、就是一個也不爲少、特例要是靠不住的、就得多找幾個。我們現在曉得研究科學、不是僅把那明白單簡的事實搜集攏來、做一個簡寫的公式、可以了事的、有時現象的意思既不甚明白、事實的搜羅還不甚完備、我們也不能不下一個解釋、求一個通則。這種辦法、難道就不是歸納、不算科學方法嗎、所以我說他們所說、皆各有所當。就現在的科學的情形看起來、他們的話正是各得一端呢。

可是諸君要問、既是現象的意思還不甚明白、事實的搜羅還不甚完備、我們何不留等一等、到那明白完全的時候再去歸納、何必急急忙忙的瞎猜呢、這話我說不對。因爲假設的職分、還是科學方法的裏面、並不在科學方法之外。何以故呢、因爲有了假設、然後能生出更多的試驗、然後能使現象的意思越發明白、事實的搜集越發完備。所以假設這一個步驟、到是科學上最緊要的。現在科學的方法、所以略於極端的實驗主義的地方、也就因爲有假設這一步、可以用點演繹邏輯。

學說與定律。 假設經若干證明後、可認爲學說、上已說了。學說是經過證明的、所以

可引來證明他種現象、假設則只能用爲解釋、不能爲證據。如電解說爲現在物理及化學上的重要學說、其所以成爲學說、正因化學上的電氣當量等實驗把個電解說磐固得顚撲不破。原子說雖然沒有甚麼例外、但總覺得虛渺難測一點、還不算學說的。至定律乃是由事實中老老實實歸納來的、并不加以絲毫人爲的意思。譬如質量不滅之定律、能量不滅之定律、引力之律、定比例之律、倍比例之律、皆是直切簡明說一個事實、并且是說一個『甚麼』、并不說是『怎麼』。所以論理學上嘗說、如問物何以下落、答云因爲引力之律、不算答解、就是因爲未說『怎麼』的原故。但是定律雖未說『怎麼』、他在科學上却是根本觀念、大家不要看輕了他。

假設與學說、既是爲研究方便起見、拿來解釋現象的、所以沒有甚麼一成不變的理由。大天文家愷柏勒研究火星運行、因發明橢圓軌道的學說。但他未得最後的學說以前、已經起了十九個假設、都因與事實不合棄去了。法勒第也說過『書中所有的學說、不過科學家想到的百分之一、其餘的許多、都因不合事實、隨生隨滅了』。這種說話、最可以表科學家的真精神及方法。

科學方法講到此處、可以略略作一個結束、我們現在且把歸納邏輯和演繹邏輯來比較比較。

1. 歸納邏輯是由事實的研究、演繹邏輯是形式的敷衍。
2. 歸納邏輯是由特例以發見通則、演繹邏輯是由通則以判斷特例。
3. 歸納邏輯是步步脚踏實地、演繹邏輯是一面憑虛搆造，
4. 歸納邏輯是隨時改良進步的、演繹邏輯是一誤到底的。

六、科學方法之應用

今世所以有科學、因爲有科學方法，但是學科學的、却不大覺科學方法的所在。莊子說『魚相忘於江湖、人相忘於道義』。試看古今有名方法學家、大半皆不是專門科學家。他們何以要這樣不憚煩的講來、大約他們的意思、倒不是爲科學家說法、他們的意思、是要把這科學的方法灌輸到他種思想學問裏去。就實際上講來、現在的學問、那一種不帶幾分科學的色彩。如心理學、本來是個空空洞洞的學問、現在也變成了一種實驗的科學、至如生計學、自從馬爾秀斯(Malthus)人口論、說明食物生殖以

算術級數、人口生殖以幾何級數、供求相因的定律也由一種想當然的議論變成一種事實的數量的學問。社會學處處以統計爲根本、以求社會上利病禍福的原則。譬如研究犯罪者之多少、與不識字者之多少成比例、還不是科學的方法的應用嗎、至於教育學、現在更是趨於實驗一方面。譬如我們不曉得兩點鐘接連講下去、學生得益多些、或是把兩點鐘分成三門講義、學生得益多些、我們狠可以揀兩班、資質年歲同等的學生、用一個先生、分兩樣教法。一個星期以後、試驗他們成績、就可以知道那個方法好些。這種方法、是美國教育界研究教育的始終在那裏進行的。就是現在寫實的文學派、實用主義的哲學派、那一件不是與科學方法有關係的、所以我說、科學方法在一般學者、比較在科學家還緊要些。

七、結論

從前讀哈佛大學校長愛理阿(Eliot)君的演說、有一段講歸納邏輯的用處、講得甚好、等我把他引來作我的結論罷。『歸納哲學的特性、在甚麽地方、何以能有那樣大的變化力、把實行他的人類的習慣、行爲、風俗、政治、宗教、及一切人生觀皆改變了呢、

歸納哲學、從觀督具體的及實際的事物入手。所重的是事實、既不想那種虛理亂測、也不靠上天的啓迪。所研究的是實在的事物。可以是植物、或動物鑛物、也可以是固體、液體、氣體、或以太、總要實有其物、可以眼見、耳聽、或手觸、或實有其事、可以稱衡、或權量所求的是空理、卽是事實。既以眼或手或他官覺觀督卽得事實、更以事實與事實相比較、或一羣事實與一羣事實相比較。比較之後、於是乎有分類、分類之後、於是乎有概括、是爲第一進步。但此概括亦極有限制、既不是上極靑天、下入原子、不知紀極的推測、也不是完全自是的學說、不過觀督事實以後的最近的一步罷了。於是謹愼小心、把觀督分類概括之所得、記錄起來。這方法上的用心、也與觀督同其銳敏、與記錄同其正確。這就是歸納的方法。現在我們就說現今世界行事、一切新方法、一切新實業、一切新自由、一切團體的能力、及社會的平等、皆是由歸納方法生出來的、也不爲過。近世經濟學、就是用歸納方法而成功的第一個好例。

你們要說這是把物質的或機械的眼光來看人類的進步麼、不然不然。因爲經過這許多觀督、記錄、概括的法則、那人類思想上發明的及先知的力量、纔能夠發生。你們

以爲愛迭生(Edison)平生的事業、單單的是由手或眼作成的、或是由不出可見可捉的事實的推想造出的麽,其實皆不然。愛迭生君的最高的本領、及其最貴的特質、就是他的發明及創造的想象力。此不獨於愛迭生爲然、大凡於純粹或應用的科學的進步上有所貢獻的、亦莫不然。有許多人只會做那刻板一定的事、但要的確做點有進步的事體、其人必定要有狠親切、自由、活潑的想象力、并且要有確實邏輯的與有秩序的思想、及篤實應用的本然。所以我們在這裏贊賞歸納哲學的美果、歎異歸納方法於物質世界的非常成功的時候、不要想我們就把那智理及精神的一方面拋棄了。我們正要從這最大而最有益的地方的門口找人類的理性及想象呢。

三 科學方法論一(註一)

胡明復

科學方法與精神之大概及其實用

『科學』問世以來、迄今已一載有半、雖於科學大體之關係上屢有所貢獻、然於科學之方法則未及、即偶及之亦未詳加討論。豈以其爲非要而忽之乎。非也、正以其要而未敢易言耳。顧科學之範圍大矣、若質、若能、若生命。若性、若心理、若社會若政治、若歷史、舉凡一切之事變、孰非科學應及之範圍、雖謂之盡宇宙可也。披耳生 (Pearson) 曰、(註二) 『夫科學之資材、蓋與宇宙齊限、非僅限於現今實在之宇宙而已也、凡併宇宙以內生物所有過去未來之歷史盡屬焉。苟令過去未來現在之事變無一不經研究分析類別而與他事相連絡矣、則科學可謂已造其極。然此非謂人生不絕、人史不輟、則科學其永無終期乎。』 且夫事理之繁、變端之奇、種類之多、性質之異、在在增加

(註一)見民國四年『科學』第二卷第七期

(註二) Karl Pearson: *The Grammar of Science*, Second edition, 1900, London, p. 12.

科學之困難。學者目眩智迷、莫知所從、乃欲於無窮之中取其同異、通其變化、溯其通則、不亦難乎。則科學方法之重要、可想而知矣。

且夫科學何以異於他學乎。謂其取材之不同乎。則哲學與文學皆取材於自然、而皆不以科學稱。且科學之中、每有彼此之間猶南轅之與北轍、而有時反與非科學相關至密切者。夫取材相同而科學與非科學乃判然兩分、物質不類而反同列爲科學、是何故歟。蓋科學必有所以爲科學之特性在、然後能不以取材分。此特性爲何。卽在科學之方法。

披耳生曰(註三)

『苟科學方法能成習慣、則凡事皆可成科學、此爲科學方法之特點。科學之範圍無限、取材無窮、舉凡自然之現象、與社會之生活、文化發展之過去未來、皆爲科學之資材。科學之主體在其特異之方法、而不在其資材之爲何種、有搜集事變而分析類別之以察其關聯通理者、無論其事之爲何物、概爲應用科學方法而以科學家名之。然

(註三) Pearson: 科學 p. 12.

此事變、可爲人類歷史之過去、可爲通都大邑之統計、可爲極遠星球上之大氣、可爲蠕蟲腹內之消化器、亦可爲微生物之生活史。非所論之資材有以定其爲科學與否、而其方法實爲之。」

然則科學方法特異之處何在。爲演繹乎。抑爲歸納乎。先請一辯演繹歸納二法之性質。

演繹者、自一事或一理推及他事或他理、故其爲根據之事理爲已知、或假設爲已知、而其推得之事理爲已知事理之變體或屬類。歸納則反是。先觀察事變、審其同違、比較而審察之、分析而類別之、求其變之常理之通、然後綜合會通而成律、反以釋明事變之真理。故歸納之法、其首據之事理爲實事、而其歸納之結果則爲通理、卽實事運行之常則也。自此性質上之區別觀之、科學之方法當然爲歸納的。科學取材於外界、故純粹演繹不能成科學。此理至明。蓋演繹必有所本。今所究爲外界、則所本必不可爲人造。是以演繹之先、必有歸納爲之基。

雖然。純粹歸納亦不能成科學。夫科學之原理必始於歸納、固矣。然歸納有極點乎。嚴

格言之、事變不盡、則歸納之理不立。日月東昇西落、此人所習知、而歸納之結果也、然安知明日不西昇東落乎。故雖日月東昇西落之常理、亦不得謂爲絕對之歸納、其理之永遠確實與否終在不可知之列。然則宇宙之變無已時而人世有限、歸納之理其永不立矣乎。是以科學上之歸納、猶常事上之歸納、皆有其限制、蓋僅能徵集多數之事變而觀其通則、非能盡宇宙中之事變也。以其歸納非絕對、故其歸納所成之理仍含有假設之性質、猶謂苟此歸納之理確爲真理、則此理爲真。易詞言之、歸納之理仍不啻爲假設之理、第其假設根據於事實、非憑空意造之類耳。

科學之方法、乃兼合歸納與演繹二者。先作觀測、徵有所得、乃設想一理以推演之、然後復作實驗、以視其合否。不合則重創一新理、合而不盡精切則修補之、然後更試以實驗、再演繹之、如是往返於歸納演繹之間。歸納與演繹既相間而進、故歸納之性不失、而演繹之功可收、斯爲科學方法之特點。

然余所欲特別著重者、爲其歸納之性。不有此性、科學已失其爲科學、遑顧其他。此所以科學之發達、不在中古以前而在文化再興(Renaissance)以後也。此理至明。科學

之目的，在求自然界之真。自然既無求於人、則人必就之。欲解釋事變、則不能不根据於事變、然後實事與理解乃能契合。歸納之性、蓋使理論與事實常相接觸也。

科學方法之大概、約如上述。其於科學自身上之重要、人所盡知、無庸作者贅述。然科學方法之影響、尙遠出於科學自身發達以外。科學知識於人類思潮、道德、文化之影響、視其有功人類猶遠過之。於此遂不得不合科學之方法與精神二者爲一談。精神爲方法之髓、而方法則精神之郛也。是以科學之精神、卽科學方法之精神。

科學方法之惟一精神、曰『求真。』取廣義言之、凡方法之可以致真者、皆得謂之科學的方法、凡理說之合於事變者、皆得謂之科學的理說、凡理論之不根據於事實者、或根據於事實而未盡精切者、皆科學所欲去，概言之、曰『立真去僞。』故習於科學而通其精義者、僅知有真理而不肯苟從、非真則不信焉。此種精神、直接影響於人類之思想者。曰排除迷信與妄從。考諸西國科學發達史、蓋自科學發展以來、幾無日不與舊迷信舊習尙舊宗教舊道德相搏戰、然其結果則不特科學自身之發展而已也、卽風俗道德與宗教亦因之日進於純粹，而愈趨於真境。懷武 (Andrew D. White)

(註四)謂自歷史上觀察之、凡科學與宗教之搏戰、其結果無不爲兩利。赫胥黎論自有科學以後思想之變異、(註五)謂『中古之時、咸信地爲宇宙之中心、而世界則爲人類而設造。然今則謂自然爲天然有規則之運行、非有外物之可爲指使、故人類之職務在察求其運行之規則、利用之以自治其身。且古今崇信之端亦大異矣。古者泥於陳言古訓、尋章摘句、今則以自然之真爲維一標準、且自知人類知識之殘缺不完，而求真之誠益堅。立言而不以實事爲之根、由今視之、非特僞誕、且罪孽也。』即此數事、其影響於吾人處世之態度、遇事之方術者至大、雖謂近世文明出於是焉、非過言也。返顧吾國、則獨如西國之中世紀、斤斤焉於古人之一言數語、而不察於實事、似以爲宇宙中之大道至理皆可由此一言數語中得之。今日『復古』之潮流、猶是此心理之流毒。而此種尋章摘句之又一大惡果、則爲其重於章句而忽於真義、是以往往言不由

(註四) A. D. White: *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*, 1914, Introduction

(註五) Huxley: *Science and Culture*, New York, 1890, p. 21.

衷、言行相違、宛如兩人。廉恥道喪、而文化亦日卽衰落。學問道德政治社會、皆存其形儀而失其實際、可慨也已。然則有補救之方策乎。曰有。提倡科學、以養「求真」之精神。知「真」則事理明、是非彰、而廉恥生。「知真」則不復妄從而逆行。此爲中國應究科學之最大原因。若夫科學之可以富國强兵、則民智民德發育以後自然之結果、不求而自得者也。

且夫社會國家之康健穩固、全繫於社會國家中個人之責任心。人類無羣，無以自存、故有社會、有國家。故國家社會爲民有、爲民造、爲民主、而國民對於國家社會遂有其應盡之責。科學審於事理、不取意斷、而惟真理是從、故最適於教養國民之資格。審於事理、則國家社會與個人之利害關係明。不從意斷、則遇事無私。惟真理是從、故人知其責之所在。自反而言之、國民對於社會國家心切、故監察綦嚴、雖有敗類僉壬而社會國家不爲所傾覆。此科學精神之直接影響於社會國家之安甯與穩固者也。

且夫社會之事變、亦自然之現象也、何獨不可以科學之方法解決社會上之問題。近世西國每數年必爲一統計、每有一事則爲調查、於是於社會上之傾向、之習好、之弊

端、之優點、皆瞭然無遺、乃復依情設救、防患於未然、其成蹟蓋已昭著矣。復試舉地方衞生、勞功生活諸事、孰非與社會全體有密切之關係而皆可以科學之方法解決者也。更進而言之、試論外斯門性傳之說。(註六) 其說謂吾人習成之習慣而本非天授者、不能遺傳。今姑不論其說之爲完滿與否。假令此說而實、則人之生性爲善而習於爲惡者、其子其孫不必卽生性爲惡。故苟以善良之教育與其子孫、而不令與惡社會相接觸、則其子孫多能爲善。反之、生性爲惡者、雖偶習於善、其子其孫亦必不良、卽可以直接或間接之方法阻滯其繁殖。此於無形之中增加社會之善良份子也，誠令外斯門之說不盡然、此理仍不因之少弱。蓋吾人之行爲、繫於生性者半。繫於教育者半、去其惡性而授以良教育、此不易之至理也。

今之論科學救國者、又每以物質文明工商發達立說矣。余亦欲爲是說。雖然、科學不以實用始、故亦不以實用終。夫科學之最初、何嘗以其有實用而致力焉。在「求真」而已。真理既明、實用自隨、此自然之勢、無庸勉强者也。是以「求真」爲主體、而實用爲自

(註六) Weissmann: *Essays on Heredity and Kindred Biological Problems*, Oxford, 1889.

然之產物、此不可不辨者。自科學發達以後、凡閱三世紀而後其實用乃大見、科學之先祖固未嘗夢想有今日也。夫科學之最初、莫不始於至微、其最初皆無關緊要、而其結果則往往爲科學界立新紀元、於社會上造一新思潮、新文化。如牛頓之萬有引力、以石落與月轉相合於一理、伽爾伐尼(Galvani)以死蛙與鐵銅相接、其足乃自伸縮、達爾文之觀察動植種子隨境變宜之現象、又如巴斯德與他人之研究種種微生物、若此者、其始皆至微、絕無實用之可言、而其結果則不特科學界上闢新紀元、宇宙全體之觀念爲之大變、而凡吾人平日之生活態度、交通方法、社會行爲、道德思想、俱受其直接與間接之極大影響。當其發見之初、無非出於研究者『求真』之一念、並未計及其有實用否也、故其精力智慮能集於至微、不以其無實用之價值而棄之、而其功乃不朽。苟令研究者孳孳以實用爲主、誠恐其終無所獲也。誰復預知伽爾伐尼之蛙足爲今日海底電線之伏根哉。科學史上尤不乏其例也。

夫未知其有用而終竭終身之力求之者、其間殆有一種不可思議之精神在。樸完卡雷(Poincaré)曰、(註七)『彼樂之、故從事焉、彼樂之、以其爲至美。苟自然而非至美者、

則不值一知、此生亦復何趣。余爲此言、非謂自然之能悅我耳目也、亦非謂其能致用於我也。是二者、我亦不謂惡、第非我所重耳。我所謂至美者、爲自然界中事物綱理之和一、而此則惟純智能察之。此爲主體、其所爲吾人所覺視而應用者爲其霞光。苟此主體不存、則吾人習見之麗之美、皆將如夢魅而非永久。且純智中之至美、爲自存、爲無待、爲無上至珍。爲科學、故科學家樂爲捐生、雖人生之樂利猶爲其次焉」

自然之美、在其簡而通。人智可思之、可窺之、而不可盡之。簡而通、故宜於智識、宜於智識。故最宜於實用。是則自科學之實用、亦可略見自然之爲至美矣。馬赫(Mach)則謂科學之傾向取捷徑、取其費力最少而收效最多、故最簡捷而通徹者則得認以爲眞律。然非自然之爲至美、又焉能有此。論者愼勿以爲今日歐美之文化爲其有科學之實用也、此特爲其近因近果而非其主因。其主因則在其民族之愛自然之至美。愛自然之至美、故樂於求眞理、樸完卡雷以希臘文化之能獨盛於古代、今日歐人之能優勝於世界、悉歸功於希臘與歐民之愛純智中之至美、(註八)豈過言哉。吾人可以知

(註七) Poincaré *Science and Method*, (English translation) p. 22.

所重矣。

吾標題爲科學方法而遂縱論及科學之精神與其實用者、蓋方法與精神本爲一體、不有其精神而求通其方法、末由也。

(註八) Poincaré: 同書 p. 24.

四 科學方法論二

胡明復

科學之律例

科學方法、在徵集事變而求其通則、前篇既述之矣。前篇大旨、於求眞精神注重過甚、恐反引起科學律例卽是自然眞理之謬解、因作本篇、以明科學律例之性質。

事變之通則、謂之科學之律例。科學觀察事變、辨其同違、比較而審察之、分析而類別之、得其事之常、理之通、然後綜合會通成律例、此科學律例之由來也。科學律例、其卽自然之眞理乎、蓋大有研究之地。夫所謂事變者、其爲眞界之眞正事變耶、抑爲外界事變印於吾人腦中之影象耶、是不可以不辨。外界變動、侵及五官、五官復藉神經之媒介傳入大腦、乃生感覺。故凡有事變、自其起於外界之初、至其爲吾人感覺之頃、其間所經媒介物層數衆多。是則吾人之所謂事變、殆吾人腦中所有外物之影象耳、其非眞正之事變可斷言也。第其諸層媒介之作用、各有定程、外界一舉一動、於內必有相等之影象、故內外相應、無有錯亂、若吾不審、則且認此影象爲眞物矣。然惟以其內

外相應、無有錯亂、故吾人感覺中之事變之通則、於外界亦有相當之事理與之對應、誠如此言、則科學之律例殆非真正之事理、蓋吾人意象中之真正事理也。不甯惟是、外界變動、亦得以間接方法感覺之、有時無從感覺、更籍他事他理而推求得之、乃至有并無推求之可言、而憑虛臆造一理以與事變相合、於以求各理之聯貫。若微生物之極小者、必藉顯微鏡而後見吾人於此所得之事變與真正事變又遠一層、因其中又多一媒介物也、此卽以間接方法感覺之謂。若海王星之發見、地圓之證明、則并無感覺之可言、乃籍他種已知之事理推求得之。若夫化學上之分子原子說、今日物理中之電子說、皆意造之物象、爲聯絡各種已知之事理使成系統之用。至於分子原子電子之究竟存在與否、實未可知、其物蓋純爲吾人心目中之意象、其與自然真界之關係則亦爲內外對應之類、外界有相應之物、吾謂之分子原子電子、然其物非必卽爲吾人今玆心目中之分子原子電子也。同理、科學律例與外界真理之關係、亦爲內外事理之互相對應而已。

且夫律例者、必事理常則譯成文言之謂。文言不能離人類而自立、故所謂律例者、不

與人類對待、卽無意義之可言。外界真理、或者長存、然不經人力、不成吾人之所謂律例。不甯惟是、外界事變不經吾人感覺之多層媒介、無由入知識之範圍、是則無有事變不有待於人之官能。然吾人所欲知者、不過吾人所能知者而已。苟其物非吾能知、吾終求之不得、置之可矣。吾人所能知者、必爲吾人所能直接或間接感覺抑或推求而得者也。誠然、則吾人之所謂科學事實與科學律例、其不得舍人類而言者、又昭然也。

抑猶有進者、科學律例不特有待於人類、而且爲人類之所產出。夫所貴乎律例者、惟以其能以極短之文意代表外界衆多之現象、使吾人見義思物、而無記憶衆多事實之煩。是以科學律例者、自此觀點視之、亦猶短書之法、用以省我腦方者也。職是之故、科學律例貴在簡明、在通徹、在包羅廣闊、且各各律例之間必求其無相違悖、互通成系。簡明通徹、則便於記憶、包羅廣闊、則省腦力、互相聯絡、則得相依以爲推求。總之、科學之目的無非欲於腦中構一簡徹易通之意象的世界、以代表外方自然之真象、務求其畢肖而後已。凡如分子原子電子之類、無非爲構造此種意象世界而設。苟用之

而與物象事變相合、而且所包極廣、則認以爲真物可也。苟未盡合、或所包未廣、則復別創新理以代之、今日電子幾逐原子而代之、卽其徵也。故科學律例之作成、非徒徵集事變而求其通則而已、必同時與他種相關之事理相比較而貫通之、以求推廣其律例應用之範圍。夫所謂貫通與推廣者、亦惟假力於吾人意造假象之能力而已矣。由此觀之、科學律例要爲人造、人智之產物也。與其謂自然與人以律例、毋甯謂人與自然以律例矣。

推廣科學律例之範圍、實爲今日科學上之惟一職務。科學之有進步、惟在其時有新發見、前之律例有未精切者則修正之、所包未廣者則推廣之、不如是則不能利用律例以推求分析類別所未知之新現象。前有律例、未必卽誤、然其代之者則必爲包含前律而復擴充其範圍者也。試以行星環行之往事證之、最初解日之運行者曰、日落之後、繞行平地北方山背而復之東。其說固荒誕、然要爲科學的解釋之初步。漸進乃謂日球實自地下繞出、不復以地爲平坦四達矣。又進則因日月星辰之皆運行、而有地球爲天心日月星辰皆環繞之之說。嗣見日球與他星之位置屢有更易、上說又嫌

未合。託力密(Ptolemy, 紀元後一四〇年)乃進其說、謂日月繞地成圈、星辰亦運行成圓、而其圓之心則繞地而行、然地爲天心之說猶未改也。中古之末、柯波尼克(Copernicus) 始易以日球爲中心之說、於理乃益合。持之又久、天文觀象之事蹟既多、愷柏勒(Keppler)氏之得是律也實兼分析事實與意想假象二事。其所用事實、類皆得之其師孛路奴(Tycho Brune)氏。既分析類別之、復加以自己之意象、以成此律。科學方法最著之例、此爲其一。愷氏之後、牛頓復因墜物之事與地月之關係、本愷氏之三律、得萬有引力律。就此一事觀之、每進一說、莫不根基於新發見之事實、復加以發見者自己之意象、故與實事益切而範圍加廣。然則得謂舊說之爲錯誤乎。曰否。彼限於其所有之事實。就其所有事實之範圍內論之、彼說固是、人不得難之也、謂之殘缺不全則可、謂之錯誤則不可。且其說之爲殘缺不全、又非待新事實之發見不顯。故科學律例、皆積歲月經驗與前人智慮而成、其偶然發見而享其盛名者、特其集大成者耳。於此乃益見科學律例之爲假設的。吾人加入之意象之爲假設、上已言之矣。然科學之進步方進未已、科學之律例在今日爲眞理者、明日又以得新發見而成殘缺不

全矣。則今日認之以爲真者、又爲假設的也。在今日已知事實之範圍中、吾律與事符合、則謂之真、所謂真者、事與律相符之別號耳。

試以熱力學之第二律證之、此理尤顯。第二律曰、在一自動機之內、不藉外力、不能熱自低溫之物傳於高溫之物。此律蓋於物理學上極占重要之地位、而與吾人平日之各種經驗尤切合者。然而克勒克馬克斯威爾 (Clerk Maxwell) 之論此律也、(註二)曰、

『熱力學上今日已經公認之事實中、有一事焉、卽在一完全緊閉之物系中、質量不變、熱不能透、而內部之溫度及壓力各部平均、若不另加工、則不能使其各部生溫度及壓力之不均、是爲熱力學之第二律。苟吾僅論其物系之全體、而未能鑒別操縱其物之各個分子、則此律之爲實殆無可疑。然使有人、其一切官能皆與我同、惟其視覺之能力可見分子之至微而觀察其運行之道途、則彼將能爲我今所不能爲之事。今我有一器、盛持空氣、溫度均一、然我知其中分子運動之速率各各不同、惟任取多數之分子、則其平均之速率大致爲相同耳。今試設想其器兩分爲 A, B 二部、中間惟有

(註二) Theory of Heat, 3rd ed., Longmans, 1872, p. 308.

一小門、令我上設之一人啓閉之、務使惟有高速之分子能自A越門而入B而惟有低速之分子能自B穿門而之A則兩部分子互易之後、其人可不假外力使B之熱度高於A、而熱力學之第二律將不復實矣。

觀克勒克馬克斯威爾之言熱力學之第二律、雖與吾人平日之經驗符合、然設吾人之官能較今精徵、則行見第二律之非實。何也。吾人平常之官能不及見各個分子也。故吾人之所經驗者、爲物體全體之平均變狀、而第二律者則亦僅與其全體之變態相合也。若以獸類言之、其識別之力猶遜於人、則彼所經驗而以爲眞實之事理者、人類必以爲非實、何也、蓋以經驗範圍之廣狹不同也。今吾人類已有之經驗極有限、其官能未精、則事變之常則、毋亦終爲機數（probability）之類乎。昔日如是、今日如是、明日又如是、則後日可料其又復如是。後日而誠然、固甚佳、然後日而不然者、則與今日之律例仍可無悖也。若夫熱動之說、則其全理根基於機數。彼重在物體全體平均之變態、而忽其各個分子之行爲。各個分子之行爲、雖與平均變態相違、而其律則仍無少移矣。是則科學律例之眞妄、視吾人經驗之範圍爲定。舍人類而言其眞妄、斷斷

無謂也。

科學律例、既不能須臾離人類而成義、故非絕對可恃。然昔拉孛拉斯曾以機體視自然界、爲文詳論之、謂若我能盡通宇宙之理、則無論何時何地某事之發生不難預知。譬如數千年以後之星球、天文家可預測其位置、此固非不可能之事也、凡屬自然界之通例、毋亦類是乎。雖然、其說終爲科學上之一假設、未可以爲定論、雖拉孛拉斯猶認此爲人類之永不能期者矣、以人類之智識終有限也、夫科學律例、無非爲過去事實之通理。其能基過去以預測未來者、純爲假設之理。惟據過去之經驗、則機數甚大、爲可恃耳。夫所貴乎科學之律例者、即此機數之可恃也。

參考書

K. Pearson: The Grammar of Science, 3rd ed., Vol. I Chs. II, III. London, 1911

W. S. Jevons: The Principle of Science, Ch. XXXI. MacMillan, 1887

第三編　科學之分類

一　科學之分類(註一)

湯姆生

分類之便利及其困難　科學以已知宇宙之全體爲其領域。凡經驗之實事、可檢證而足以傳達於人者、莫非科學之所取材。其範圍之廣漠如此、則類而分之、於事必便。不甯唯是、善悟之士非受謬罔之教育、罔必對種種之事實皆具科學之興味。然嗜好人各不同、則知力分工之興亦自然之勢。篤而論之、無一科學不有待於深長之訓練。則以常人而欲於二科以上極其高流、蓋事之不可能也已。

類分科學固爲實用上及知力上之利便、惟其事難點甚多、每有深邃之問題隨之而起。使分之過繁、則知識一貫之理、將湮沒而不彰。使分之過略、則各科之自治權爲其主題特性之所保有者、將淪澌以盡。欲盡二者之利而無其弊、則不得不調停於其間。

(註一)見民國四年「科學」第二卷第八期。爲湯姆生所著「科學鄉導」之第四章。(J. Thomson, *An Introduction to Science*, Chapter 4.)　唐鉞譯。

試舉其例。今夫植物學動物學之無庸過爲固執剖而二之也甚明、合斯二者而稱之爲生物學(Biology)、固無大謬也。至若强納生物學於物理化學之中以爲後者之一支部、則視稱荒謬絕倫、非無故矣。

教學之難、有類是者。專攻(specialization)太過則流爲衒學、專攻不及則流爲淺嘗。使吾人志在得科學之方術、則止於一隅取某一部事實而窮探之、視好踏遍亦合作神智之汗漫遊者、其成功當較可必也。雖然、使吾人之所欲者、在於別開生面之觀點、與激發科學想像之新動機、則所需者非知識之廣博及各種訓練之切磋莫屬。類分科學之舉、若別具魔力足以動人。古今大智多勞神焦思、求此難題之解決。赫胥黎年十有七、已興思及此。其言曰、『吾於知識之分類、深思之者有日矣。吾之計畫、蓋首分一切知識爲兩大部、一爲屬物(objective)、凡知識之受自外界者屬之。二爲屬我(subjective)、凡知識之得自內省者屬之。』其所陳之計畫如下。

屬我者……形上學……
- 形上學本支
- 算學
- 名學
- 神學
- 德行

屬物者……………
- 歷史
- 生理學
- 物理學

科學之分類、已見者多至數十種。教授弗林武氏(Robert Flint)(註二)嘗論列之。其說殊精細、本篇限於篇幅、不能逐一討論、惟取其足以說明特旨者數種而已。

培根之分類 弗蘭西斯培根(Francis Bacon, 1561-1626)之著「神智球」(*Intellectual Globe*)也、分人類學問爲三大部、歷史、詞章(Poesy)、及哲學或一切科學(Philosophy or the Sciences)、是已。歷史者基於記憶(Memory)、分爲「自然」("Natural")、「民事」("Civil")二類。前此蘇格蘭教職之稱號有曰「自然及民事歷史」者、卽本此意。詞章者以想像(Imagination)之心能爲基。哲學基於推理(Reason)、包括二道、一爲神道(Divinity)、究天神啓示(Revelation)之事、一爲自然哲學(Natural Philosophy)、以天、物、人(God, Nature, and Man)爲其論題。論物之部、算學、物理(言有質及次起之因)、形上學(言範式及最高因)屬焉。培根之所分如此、居今以觀、其簡陋誠爲易見。顧學之分科、非如共轂之衆輻、而若同幹之諸枝、「其幹本爲一體、繼

(註二)參觀 R. Flint's *Philosophy as Scientia Scientiborum, and a History of the Classification of the Sciences* (1904)。凡篇中插註所謂弗氏一九四〇書者皆指此。

長增高之後而始分爲枝柯者也。」披耳生(Prof. Karl Pearson)教授以培氏當日已見此理、謂爲極饒趣味之事、良然。蓋培氏之分析法、於科學一貫及演進之理並發其端矣。

以科學之部別如枝條之共一幹也、「則構一大全科學以爲餘科之母、且爲探尋歧出衆科之總道、實首要之圖。」此「大全科學」(Universal Science)者、是爲「元始抑或總要之哲學、」而包考索「超絕體、或萬有之外來緣境」之事者也。此培根之所擘畫、而爲後來法國學典家(Encyclopydists)鴻著之所本。實則學典家宜有愈此之分類。蓋培根之意、以爲記憶、想像、推理爲判然各異之心能、因而知識之部別起。據此爲分、其根本先已謬誤。迹其所爲、如擯歷史於科學之外、分人與物爲二之類。以吾儕今日之眼光觀之、欲不謂之亂雜支離、不可得已。

孔特之分類　奧格斯德孔特(Auguste Comte, 1798-1857)則以爲基本科學有六、曰算學、曰天文學、曰物理學、曰化學、曰生物學、曰社會學、而以德行之學爲之峯極或究竟焉。孔氏謂是諸科者相承爲一系、表其演進之順序。蓋其意謂較爲簡單、抽象、

獨立之科，恆視較爲專門、複雜、有待之科早出也。氏之所陳有二義焉、而皆言之過實。一曰『科學全體之會歸點』在於德行、故凡百科學當以指導人生行誼爲職志。易詞以明之、卽謂學之所有事、在植爲生之術之基、是已。二曰各科之組織、如教會階級之制、討論複雜事實之科、待探究簡單事實之科而成。自吾人觀之、謂人生事故可以物理化學之公式表之、抑或謂人羣問題之筦鑰操諸生物學家之手、其說殆不可信。然以理化之研究、而吾人於此身之見解及操縱之之能大進、與夫生物學之事案足以提撕羣學家者、隨在多有之、二者事實具在、不可誣也、孔氏對於各科學相須相維之意見、可謂信而有徵矣。

雖然。孔氏謂衆科成系若綫、就辭尋義、不無誤謬。徵諸往事、生物學非自理化演展而出、天文學不能離理化而自爲一基本科學、亦未嘗爲物理學之所基、算學固可謂之最屬基本之科、然其學屬於抽象、不與物理化學生物諸科之鋪敘事實者同類。至心理學本自爲類、乃列爲生理學(屬生物學)之一部、奪其自治之權、可謂之怪誕失實矣。

斯賓塞之分類。 赫伯忒斯賓塞 (Herbert Spencer, 1864) 則注重於抽象科 (Abstract Sciences) 具體科 (Concrete Sciences) 之分。抽象科究科學描寫之範式、若方術、名學、算學是已。具體科者無他、科學法描寫而已。略舉其例、則算學者可施諸萬類之物、而未嘗問其物之爲何類者也、其爲抽象科也、顯而易見。

「斯氏謂科學最大之天然分界、在學科之究現象所以呈之抽象關係者與學科之究現象自身者之間。易詞以明之、卽謂科學之講求衆有之空白格式者、與夫科學之講求衆有本身者。其間有鴻溝焉」(見弗林忒氏一九四〇年之書第二二七頁)斯氏分後者爲二類、一爲間科 (Abstract-Concrete Sciences)、如力學 (Mechanics)、物理學、化學、論一一實物之原素及某類事實所牽連之真關係者是。二爲具體科、如天文、地質、生物、心理、社會諸學、論一一實物之完體或衆現象之合體者是。

斯氏謂「方其始也、抽象科、間科、具體科、一致進行。抽象科以解除二科所呈之問題爲事、亦惟以解此題故而其科始長成。間科非爲會同抽象科、解具體科之問題、亦無從發達。此三類科學者、自始至終、交感互應、無時或息者也。」

斯賓塞之統系如下。

第一屬。抽象科、名學及算學。

第二屬。間科、力學、物理學、化學。

第三屬。具體科、天文學、地質學、生物學、心理學、社會學。

『此三類之科學、如以簡語定其分界、則可各以範式 (forms) 之律、因子 (factors) 之律、結果 (products) 之律、表之。』『第一屬者、爲探其餘二屬之器、而第二屬、又探第三屬之器也。』『第一屬之題材、仰給於第二第三兩屬、而第二屬之題材則仰給於第三屬。然第三屬所含之理實、無一可用以解第二屬之問題、第二屬所列之理實、亦無有能解第一屬之問題者也。』

弗林武教授謂『斯氏斥孔特之分類法爲理之所無、而就其規畫觀之、則與孔氏所立之科學系同類。孔特謂一科於他科有名理上之倚賴也、不過謂在前之科爲在後之科之塗術、而後者不爲前者之塗術耳。使諸科所究現象根本不同、而是諸科之關

係、在前者無一非治在後之科之塗術、而在後者無能爲治前科之塗術、則表各科名理上依傍之科學系、已爲成立。斯氏始不認有此種級系、卒乃隱示有此級系之意。其分類之法、與其文見諸上述者、實與其極詆孔特統系之言自相矛盾。靡特未能顚覆孔氏之統系、卽謂修改、極其所至、所更蓋亦僅已。

『諸科之學實有名理上之依傍、此無他、以衆現象有天然之依傍故、算學所論之數量關係、視物理學所明之力學律爲概括。化合之現象、無不有物理上性質爲之緣。生活之機能、未有能離化學變化而獨行。未有生命、則意識無自起。現象之階級制奇妙若此、爲抽象言詞或入微思考所蔽者、容一時有所不覩、然事實如是、斷非言詞思考所能抹殺抑或久堙。現象之階級制既如是其彰明矣、而謂科學之階級制爲烏有、其誰信之。（見弗林忒一九〇四年書第二三一頁。）

上二節所引、蓋爲宗師之見、其人以善究哲學問題負盛名者也。惟自科人觀之、其言不爲無病。生物體中固有物理化學之變化、吾人謂有有機體之物理化學、亦非失當。然生體之理化學、非卽生物學、亦非能直接爲解生物學問題之助。生物學之首務、在

究生物行動之狀態耳。

斯氏之分類法、有一事最爲人所指摘、卽列力學、物理學、化學、及光、熱、電、磁、諸學爲一類、而名之爲「抽象具體」科("Abstract-Concrete" Sciences 「前譯間科」)是已。其事笨拙、已甚、宜其招人指摘、力學何以謂之「抽象具體」科。光、熱、等科何以不歸諸物理學。如斯之類、殆莫明其妙矣。

培恩之分類　亞力山大培恩 (Alexander Bain) 教授別基本(或抽象)科學、及因依(或具體)科學二類。其名稱姑置不論。其所分視斯氏已大有進。譬如地理學（因依科學之一）係自他學引伸、其學複雜瑣細、以視物理學(基本科學之一)之具獨立之資格爲學簡單而概括者、迥不侔矣，

培恩以名學、算學、力學 (Mechanics or Mechanical Physics)、分子物理學 (Molecular Physics)、化學、生物學、心理學、爲基本科學。其言曰、「是諸科者、各有其特部之現象而不相蒙、諸科聚而一切現象皆在其中矣。諸科排列之順序、自名學以至心理學、皆自簡單而入複雜、自獨立而入因依、於以示研究及演進之序焉」若總諸科爲一體、

則『宇宙間一切已知事變、無論其屬心屬物、其定律皆爲是諸科之所包。且其發露此等定律之次序、最與定律之研究理解爲宜。』

因依科學則包礦物學、氣象學、地理學、植物學、動物學、語學、社會學。其定界之義、則以『是諸科中、隨舉一科、其所含作法、皆已爲基本或司部科學 (Fundamental or Departmental Sciences) 所已明』也。

培恩又建一類、謂之實用科學(Practical Sciences)。然培恩於此、心思之明澈頗減於前。蓋培氏取伸縮自如之帶、舉吾人今日之所謂『應用科學』(Applied Sciences)、與數種美術如建築類、乃至亞科(Sub-sciences) 如審美學(Aesthetics)自是心理學之一支) 類、而悉縛之倫理生計二學、更不待言矣。其特設第三類之意則是、而其類之內容則不免爲『矯揉龐雜之堆積』 如弗林忒所云也。弗氏又以孔特斯賓塞培恩三子之不收玄學與神學爲非。然渠亦承認若就正當之科學分類言之、則培恩之統系、『良可謂匡孔特之不逮而遠勝斯賓塞之所爲者矣。』

披而生之分類　輓近知識之分野圖、其最明晰者、卡爾披耳生(Karl Pearson)之學

畫、見於其所著『科學文法』(Grammar of Science)、者、實居其一。披氏亦先立二大類、以講求區別之法式(modes of discrimination)者爲抽象科、以講求知覺之內容(contents of perception)者爲具體科。抽象科所包爲名學、與其他方法學上("methodological")之紀律、及算學。算學分支甚多、統計學(Statistics)亦其一也。具體科含二屬、一爲物質科學(Physical Sciences)究無機之現象、二爲生物科學(Biological Sciences)究有機之現象。披氏又分物質科爲精確(The Precise)及概要(The Synoptic)二種。精確之科增、則概要之科減。天文學之大部、已居精確之列、氣象之大部、尙是舉其概要。『吾人於天文科、不特有合理之事實分類、且能想吸力定律之簡式以挈其事實之綱要而不爽毫釐、以意想的微塵之助、而吾人得造一概念的機括以寫天文界之變遷。至於氣象、則斯學已有完全之事實分類與否尙未論定、然有可斷言者、則吾人尙未能以一種機構、或概念的運動、表所接受於氣象界之經驗是已。』

(1)物質科學、卽究無機現象者、披氏分之如下。

a. 精確物質科學。(已約爲理想的運動者。)

以太物理學 (Physics of the Ether)、例如熱、光、電、磁、諸學。

原子物理學 (Atomic Physics)、例如理論化學、光色系分析法(Spectrum Analysis)。

分子物理學 (Molecular Physics)、例如彈性之理、聲學、結晶學 (Crystallography)。

水力學 (Hydro-mechanics)、例如潮之理論、氣之運動說(Kinetic Theory of Gases)。

完體物理學 (Molar Physics)、例如力學、行星說、月說。

b. 概要物質科學。(未約爲理想的運動者。)

化學、礦物學、地質學、地理學、氣象學、大地及行星統系之無機天演說。

精確及概要物質科學各『與現象之已約爲概念的模型。其模型爲吾人以有理想的運動之原點所構成者、及現象之未有此等概念的描寫者、彼此相當』……『是故概要物質科學者、不過精確物質科學之未蒇事者而已、非其性質之有異也。概要科所包之諸大類事實、皆吾人所窮年矻矻求約之以簡單之公式或定律者。此等定律無他、卽常用之動律是已。實則概要科之已精確或將成精確之部份、已屬不少、此徵

諸化學地質學礦物學而彰彰可覩者也。」

（2）生物科學即究有機現象者披氏分之如下。

生物科之第一類乃究空間之關係或生物所受於地方之影響。披氏納二科於此類、一爲研究生類之分佈者（生物分佈學 Chorology）、一爲研究生物習慣與環境之關係者（生物環境學 Ecology）。『是兩科者實佔昔之所謂自然歷史（Natural History）之大部』「披氏此處分類、不免過於膠固、以動物行動之特性非其空間之關係也明甚。」生物科之第二類、講求時間之次第、即究生長變化之事。非循環之變態爲天演、（植物、動物、與人之天演）循環之變態則爲生長。講求非循環之長成者、爲歷史、講求循環之生長者、爲狹義之生物學。「此處似又膠執太過。自吾人觀之、種族天演之樞機、爲因於種變選擇之變形（transformation through variation and selection）、個體天演之樞機、爲鬪翕、（differentiation and integration）二者、殆非可拉雜納諸生長概念之中者也。」

披氏又分生物學爲三大部、（a）言形式（form）結構（structure）者如形式學

(Morphology)、解剖學(Anatomy)、組織學(Histology)之類。(b)言長成(growth)生殖(reproduction)者、牝牡屬性之天演、遺傳性之學說、及胚胎學(Embryology)是也。(c)言機能(functions)及動作(actions)者、自形體方面研究之則有生理學、自心靈方面研究之則有心理學。心理學中討論合羣之人者曰社會學。德行學(Science of Morals)、政治學(Science of Politics)國計學(Political Economy)、法律學(Jurisprudence)、皆社會學也。

披耳生之統系(僅提要錄之)

抽象科學。名學、算學、統計學。應用算學、卽抽象具體二類間之連環。

具體科學、(一)物質科學。包精確物質科。(以太物理學、原子物理學、分子物理學、完體物理學、)及概要物質科(化學、礦物學、地質學、地理學、氣象學等。)(二)生物科學。包分佈學、環境學、狹義之生物學、(研究結構之學。研究長成生殖之學、研究機能之學、)心理學、社會學、及歷史、(幷包各有機物及人類之天演而研究之。)

生物物理學。披氏又欲於其科學目次上增設一門、爲物質科生物科之聯鎖、而錫

以生物物理學（Bio-physics）之名。此科特能誘發吾人之興趣、蓋雖其性質茫昧難明、「卽披氏亦自謂此科『在今日似尙未甚發達』」然其意則頗足挑撥學者而起爭端。於是而科學分類之問題愈不容緩矣。

披氏謂『生命之呈也、莫不與感官印象相聯。其印象與無生物體之印象相似。』且『有機體似有化學上物理上之結構與無機之結構比、舍複雜之差外無他別者。』惟吾人之感想有未敢苟同者、以謂複雜之差度中、有種類之別存焉。惟有此別、故有機體之長成與活動、發育與演進、非物質科學之解釋公式所能描寫。生類爲歷史之物、其作用與無生物之運動判然不同、此則研究生物者所當知者也。披氏復云。『謂吾人以機械之名加諸生體之原點也、其義每游移無定。義旣未確、則生命之爲機械非吾人今日所能斷言、是固然矣。然物理學之概說、固有足以描寫吾人所接受於生體之經驗者、縱不能寫其全、必能寫其一部、能力不滅之說、其例之尤著者也。事實如此、蓋無可疑。』

披氏所云、與夫生體有物理化學變象可以理化公式表之之事實、固吾人之所共信。

然此等事實、非生物所獨有。生體中之理化變象如消化類、可離生體而自呈、試驗管中所現卽其一例。總之、吾人不因有此類孤立條目之知識、而得以物質科之名號、寫生物之生命動作發育演進諸現象也。

雖然、披氏以爲必立專科以施無機現象律(卽物理學)於有機體之發育。此科將明生物學之事實(卽形式學胚胎學生理學之事實)。乃物理定律之實例、不過前者偏及、後者統舉而已。舊稱此科爲 Etiology、(註三) 然 Bio-physics 之名似爲較宜。惟是 Etiology 爲研究有生天演之因緣如種變、遺傳、選擇、隔絕等之學、久爲學者所共認。雖以物理律描寫天演之舉無成、而此科之爲生物學之一支、固自若也。

披氏之意則異是。以爲生物物理學 (Bio-physics) 之志、在聯鎖物質生物二大類也、其理與應用算學之爲『以意象的單純運動解析無機現象之方術』而聯鎖抽象具體二科也同。

披氏表列其意見如下。

(註三) 譯義爲『原學學。』

- 應用算學（爲聯鎖）
  - 抽象科學
  - 具體科學
    - 物理學〔廣義〕
    - 生物學〔廣義〕
      - 生物物理學（爲聯鎖）

「應用算學與生物物理學之爲科學三大部之兩連鎖也如是。吾人必於斯二者盡窮其底蘊、而後能由博返約、概想一切科學公式一切自然定律爲動律、如海爾姆霍次(Helmholtz)之所預言。然居今以言、此鵠之遠哉悠悠、固無可諱。」

不啻唯是、以吾人所知之生物物理學不過有機體各變象之理化研究也、生活機能之未經以生物物理學名號重行描寫也、生物物理學法之分析尚未能使吾人領悟生物長成活動發育演進諸現象（此等現象宜有特別解釋、不與物理之解釋同科）也、竊謂生物物理學卽完成、而生物學或尚在萌芽、亦無不可。

巴脫列克格笛斯(Patrick Geddes)教授近類分科學、其統系精細明晰、前無古人。惜尚未發刊、無從稱引。下列之人類學（Anthropology）統系、爲哈屯（A. C. Haddon）教授一九〇三年之所發刊。哈氏成此、得力於格氏之處甚多。讀者觀其統系、可以窺格氏分類之一斑矣。

		言歷史者 ("Historical")	言形制者 ("Morphological")	言機能者 ("Physiological")	言原因者 ("Aetiological")
人種學 (Ethnology) 或稱社會學 (Sociology)		考古學 (Archaeology)	社會辨類學 (Social Taxonomy)	生計及政治 Economics & Politics)	歷史之理學 (Philosophy of History)
		制度及工藝之天演	制度及工藝之解析	職業及制度之功用語學 (Linguistics)	制度之批評
人類學 (Anthropology)	關一種者	古民學 (Paleontology of Man)	人種分類	人類環境學 (Anthropological Ecoloay)	理論的傳演學 (Rational Phylogeny)
	關一人者	比較人類胎學 Comparative Human Embryology)	比較人類解剖學 Comparative Human Anatomy)	比較人類生理學 Comparative Human Physiology)	理論的發育學 (Rational Ontogeny)
生物學 (Biology)	關一種者	古生物學 (Paleontology)	辨類學 (Taxonomy)	環境學 (Ecology)	理論的傳演學
	關一物者	胎學 (Embryology)	解剖學 (Anatomy)	生理學 (Physiology)	理論的發育學

嚴密科學　披耳生教授別精確物質科學於概要物質科學、前者如完體物理學、分子物理學、一切變象可以意象的運動描寫者也。後者如化學、地質之類、僅一部份可以如此描寫者也。而概要科學之部份化爲精確者日多、此則吾人所已論者也。

至於『嚴密科學』("Exact Science")之名、則其範圍視所謂精確科學者爲廣、凡學科之兢兢著手於『測量』("measure")者皆是。測量者、兼包一切精確記錄而言。近世心理學之工夫、精密者蓋幾無有、然心理學之的鵠。固不在以理想的運動描寫其題材也。

吾人所以許天文爲嚴密科學而於生物則遲迴猶豫不敢卽與者、其故有二、一自內、一由外。內因維何、則生物學所鑽研者爲有生之物是已。有生之物者、有特操之主動體、變化無常、行動由己、而恆有幾分不可豫測者在。是以生物學所論之現象、其複雜實過天文、而吾人生物知識之不精密、有與之爲比例差者矣。

其在外之因、則天文學已成老宿、而生物學尙屬少年、是已。天文家譬如技師、生物家則不過藝徒而已。魏爾屯教授(W. F. R. Weldon)嘗於遺傳性講說中論此意甚晰。

其言曰、「一切經驗之最佳描寫、卽描寫之獨足以促後來之進步者。當舉所已得之結果而盡包之、非僅明一曲、置不相容之觀測於不顧者之謂。天文家、物理家、化學家、所以能忽視不相容之事實而不貽譏笑者、由其致力悠久。知矛盾發現之範圍、故經驗之全體爲所動搖者、渺乎其小。生物家則不然。其進程較少、其經驗中不能確定之界域尙甚廣漠、其每發一言無不須躊躇顧慮者、亦勢之不得已也」然魏爾屯氏關於種變、遺傳、選擇、諸理之成績、已爲生物學各部力求精密之徵、卽推究天演諸說其事至難、亦不外此例。比較解剖學及生理學、其所含嚴密學理、久已不少。而近年生物測量家(Biometrician)及實驗動物學家之所以促進天演問題使卽嚴密之功、尤非淺鮮矣。

本篇採用之分類 自吾人合前舉分類諸法之長、而獻如下之統系。

(a)抽象的、範式的、或方法學的科學(Abstract, Formal, or Methodological Sciences)、凡科學之研究推理方法、供億神智之器具以資探索、而驗科學描寫之貫串完備與否者是。

算學、包統計學(Statistics)。

名學(以廣義言)。

形上學(Metaphysics)。

(b)具體的、描寫的、或經驗的科學(Concrete, Descriptive, or Experential Sciences)

凡科學之研究經驗之事實、及由此事實所得之推論是。此類含普通或基本科學五、其特別或引伸之科則爲數甚多。

1. 五大基本科如下。

有生屬(Animate Order)
- 社會學
- 心理學
- 生物學

純粹物質屬(Purely Physical Order)
- 物理學
- 化學

抽象科學	具體科學			
	普通科	特別科	聯合科	應用科
形上學（峯極的）	（五）社會學	民種學 制度之研究	人類歷史學	政治學 內政學（Civics） 生計學
名學	（四）心理學	審美學（Aesthetics） 語學 心靈物理學（Psycho-physics）	人類學	倫理學 教育學
統計學（Statistics）	演育學形式學 生理學原因學（Svneology） （三）生物學	動物學 植物學 原生學（Protistology）	生物界通史	生育進種學（Eugenics） 醫藥學 森林學
	（二）物理學	天文學 測地學（Geodesy） 氣象學	大地通史 地質學 地理學	航海學 工程學 建築學
算學（基本的）	（一）化學	析光定質法（Spectroscopy） 立體化學（Stereo-Chemistry） 礦物學	海洋學（Oceanography） 日系通史	農學 冶金學 採礦學
	（篇幅有限，僅能舉例，不克徧列）			

社會學者、究團之結構、生活、長成、演進、之科學也。

心理學者、究人及他動物動作之主觀方面之科學也。其在人類、較諸他科特饒興味、蓋「探究之器具同時卽爲所探究之物也」

生物學者、究一切有機體（人類在內）之構造、活動、及發育、演進、之科學也。

物理學者、以大部言則究能力（energy）變相之科學（能力學 Energetics）也。

化學者、以大部言則究各種物質及其變相、化合、及交感、之科學也。舉其重要、則分子原子之科學也。

化學物理之領域、其間實無劃然之界綫、如光色系分析法（Spectrum Analysis）、及原子之電性構造說之類、其爲是兩科之交會、尤爲顯然。然物理化學之別、於事良便、或當相承弗替也。

或疑分立社會學於心理學等科之外、於理爲未妥。實則社會學爲科、方在幼穉、領域界說、聽其自爲。確定其界、匪特非今日之所急、亦非今日之所宜。吾人靜觀其所至、可矣。社會之科、視羣體爲具體的有機個體（此等個體各具特性、非僅其諸部份之總

和也）而以科學法研究之。其勢不得不與人類學、史學、生計學（要在考究實業組織）政治學（要在考究國家政務）諸科相交錯。然其爲科實自有其位置功用、不容强納諸他科之中也。

2. 引伸科之最要者、可本五大基本科之別而列爲數屬。於此有不可不審知者二事、請舉例以明之。(*a*) 生物學爲普通科。植物或動物之種類、非其所問。植物學、動物學、則爲特別科、動植之種類、乃其致意之處。(*b*) 引伸科多爲複雜或會合之學、兼採數基本科之方法概念以達其特別之目的、人類學、地質學、其例也。地質學合數科之所得以究大地之構造、活動、歷史。彼分地爲四重。大氣圜 (atmosphere)、水圜 (hydrosphere) 或海洋、石圜 (lithosphere) 或地殼 (crust)、中圜 (centrosphere 或 nucleus) 是已。吾人倘欲立此四者爲四特別科、亦無不可。地質學家之討論、其大部爲地殼、然以是自限者蓋寡。吳特沃 (R. S. Woodward) 有言、「地質科示物質諸現象派別之多、相關之切也、其深切著明、當非他科所能望。舉物質科之全部、自物理化學以至天文學、天文物理學、其所有事變、結果、原理、爲特立、爲樹淆、其不粲然見例於大地息息

進行之實事、抑或地殼代代留遺之實錄者、殆未之有。偉哉大塊、人類所能利用之試驗室博物館、以是爲巨擘矣。」設亞科（Sub-science）以別於專科（Special Science）、似亦不可少之着。請以生物學明其例。

（i）基本科之別於他科也、半以題材（subject matter）、半以觀點（point of view）。生物學之題材爲生存之有機體、其觀點亦異於理化學。合而言之、基本科者、自有其界畫明晰之主題、而又於其主題施特異之方法概念者也。更有進者、則基本科以概括問題爲事、特別描寫非其所務。生物學考一切生物共有之現象、只舉平均而言、個體差別、非其所問矣。

（ii）生物學爲大標題、位其下者則有植物學、動物學、平分有機界爲二、而各以特別描寫及普通公式爲事。微細簡單之有機體、介動植物之間者、似宜立原生學專科以容之。此外欲更立專科、亦無不可、總期便事而已。

（iii）然就生物學本科言之、已有數種判然各異之問題、答解之責、是在亞科。生物家未事推概之先所當解答之問題、乍觀若甚紛繁淆異、然審度之、不過四端、此生物之

形式構造如何、作用何若、從何而來、由何道而有今狀、是已。

一、此物之形式、構造、對稱(symmetry)、及內部建築何若乎。斯問也、若甚簡易。然進而求之、自外形而至內構、自器官而至組織(tissues)、自組織而至細胞、顯微鏡也、解剖刀也、鑷子也、薙刀也、細切刀(microtome)也、定形料(fixative)也、着色也、凡可以少助吾人者、無不歷設、而猶病其不足、然後知其難矣。此物之自體如何、各部如何、孤立時何若、與同類相較何若、種種問題、擴而彌大、鉤而彌深、而形式學亞科之原料具矣。

二、次於明體者則有達用之問題。『其爲理之所應有而勢之所不可無者蓋相埒。自有生物學以來、兩者未嘗遠離。其進也每齊驅並駕、互相策勵而精益求精。此徵諸最近百年而尤可見者也。彼之題殊爲形制、爲機構。而此則爲功能、爲作用。前者取生物而分解之、以觀其構造。今則組合之以見其運行。是有機體者如何而感覺、而運動、而生長、而蕃衍、而消耗、而補複、而死亡、此皆吾人所當問者也。然而主要則不在是生物之活動、及其善應天行變動之能、其祕機何在乎、此則吾人之首務已』欲答此類問題、於是乎有生理學。

生理學者、究有機體作用之科學也。生理學討論動植之活動方面、有事於習慣功能、正如形式學之討論靜止方面、有事於形式結構。於此有錶焉、不知其諸部之運用、則雖解拆諦觀、無由覩其機構。不知其結構、則雖深思窮索不能識其功能。生理形制兩科之必當攜手同行、比物此志也。

二、科之進程、有相準之平行焉。形式學者之研究、始於有機物完體之形式、次而各器官、次而構成器官之組織、次而構成組織之細胞、終至生質本體之構造。生理家始則以生物爲有某種習慣之個體而研究之。繼則以爲各官構成之機器、繼則以爲組織構成之密網、繼則以爲細胞之團體、而以生質之旋渦終焉。

三、何自而來之問題、實含二事。探究個體之發達則爲胚胎學(Embryology)、探究生類之歷史見諸瘞藏隆古之殭石者則爲古生物學(Paleontology)。以二者之均爲歷史或演育之研究也、(言個體之發達者爲發育學 Ontogeny、言生類之演進者爲傳演學 Phylogeny)則有演育學 (Geneology) 以爲二者之共名。於事爲便。

四、上舉之第四問題、自達爾文以來、累經探討、日進有功。是生物者如何而成今狀乎、

何物爲天演首起之因、何物引之而進乎。進化之原料、卽所謂種變（variation）者、如何而能於京垓年代之中永求效用乎。體合日進、變異無窮、此原料者何道而起適宜之形式與功用乎。此類問題之答案、樹原因學（Aetiology）之基矣。

如是則生物學之首要亞科有四。

形式學、究靜的關係、爲形式與結構之學。

生理學、究動的關係、爲習慣與機能之學。

演育學、究個體之生成（胚胎學）、或究古石所留之生類史蹟（古生物學。）

原因學、究生類演進之各因。

此類亞科、亦爲動物學植物學等專科之方法、自無待言。

爲便事計、則宜存應用科學之名以爲專科之某部直接施諸美術技藝者之稱號。例如醫學（Medical Science）者、應用科學之對於治療術爲精密經營者也。醫學之有合於科學、不讓他科。其合之之度、與其所得於解剖生理化學諸科之基礎之堅脆、及其自身之科學的精勤、爲差。然卽篤好醫學之士、未嘗謂其學之職志爲欲於其所本

諸科而有所增益也。雖間有驚人之增益、要爲偶然、非其本務。斯其所以當應用科學之稱也。

農學（Agricultural Science）亦爲應用科學之明例。農學之布置、以耕稼園藝畜牧等爲務。其有科學之性質、抑可有此性質、亦不下於他科。其所得於化學植物學動物學地質學生物學之基愈固、其自身之科學的探討愈勤、則其有科學之性質也彌甚。然謂農學欲於其所本諸科有附益、雖篤奉是學之士不敢作是言也。雖報本之事已肇其端、然非其夙心也。

外此可舉之例尚多。教育學、工程科、介於普通科特別科（通稱純粹科學 Pure science）與方術技藝之間、均爲應用科學。其彰彰可覩之特性、則二者各含大部知識、布置精徵、以備實用是已。

分類科學之興趣 或者必以爲類分科學、實文學院內之問題。本書篇幅未限、不宜言之冗長若此。然此事自具真實之趣味、請得而略陳之。

（a）**採用何種分類、殆與宏旨無關。**所不可忽者、乃在胸中必有一種分類、足利吾事

者耳。藏弆智識井乎有條、則思想易於明晰，然分類之用不止於是、使心目中之智識圖系、燦若列眉、則與得哲家石（Philosopher's Stone）無異。有此圖系以示各種知識之相互關係、而驗其自完一貫與否、斯知識之功用加宏。柏拉圖（Plato）謂真愛學問者必以其題之全局爲事、洵吾人所當永佩勿忘者矣。

（b）類分科學之第二大用、則引起最大最深之問題是已。吾人不能不認類分之法實自成一系哲學。生物學心理學之爲自主抑爲附庸之斷案、生力說（Vitalism）與惟物論（Materialism）難題之論定、皆見於類分之界綫。社會學之列爲普通科（孔德）或爲生物學之一部（披耳生）、彼此取舍之間，而種種之差異生焉。玄學之列於算學之側而居抽象科之位也、實吾人深意之所在、非手民之偶誤而然也。

使吾人深察科學分類各法之所以互相衝突、將見其轇轕常由欲畫一定之分野而起。此其咎坐誤會各科所以成立之方。蓋科學之界域、不在其取材之不同、而在其所以處材之範疇（categories）之有異。兩科之材料可同、不同者乃在其所赴之的鵠、基本之概念、方法之條目耳。

請以例明之。人種學者或窮數年之力以研究一特別之羣制、然其所獲之果每不屬於社會學、而屬於生物學。心理學家或篤專於貓狗之研究、然其結果每於真正生物學無所貢獻。筋肉收縮時所起之電力變化、物理或矻矻窮年以探討之。然彼雖無時不有事於有機體、而其收穫每爲物理學之所專、而生物學則無與。花中含香之質、化學家或殫畢生之力以窮探之。然其目的在於化學之發明。生物學問題、未嘗致意也。

羣科學之相關　條分縷析之事終、而羣科一貫之理見。吾人於此大有快慰之情焉。雖討論異其書、演講異其師、試驗異其居、然此特爲便事計而已。若究其極、則凡百科學均爲一種訓練之各部、一種方術之異例。其致力雖殊而赴的則一。此的無他、使自然秩序之大難題日趨明瞭（不曰解決者、蓋此難題或永無解決之日也）而已。羣科合而成真理之完體。科科之相劑愈殷、則其價值愈峻。哲家石也、學典也、大學也、最近之科學會通也、其蘄嚮莫不在是矣。請得從各觀點一審諦之。

方吾人之想一生物而歷歷在目也、重要之印象瞭然於心中者、有數事焉。其第一事則此生體之爲一也。官骸雖多而身軀則一、動作雖繁而生命則一、若發育、若長成、若

變異、若活動、皆一體之作用而已。由是觀之、此生物雖應爲解剖、生理、胚胎諸科、與夫化學、物理、乃至心理學等之題目、然使各科探究之結果未通、此物爲一之事實未晰、則對於此物之科學的真理無由知、此則吾人所敢斷言者也。

其第二事。則吾人不能孤懸此生物而研究之、是已。彼與無生之環境有不解之緣、而又於多數他生物之生活有所援繫、則欲知其真相、不可不究其與他物之關聯。爲此而有成、非多數科學之交會不可。衆科近於絕對完全之程度、覘其會通之深淺爲差矣。

其第三事、則過吾前之生物實維歷史上之大觀、是已。彼蓋洪荒之苗裔、自京垓年代以還、若機械的、若化學的、若物質的、若生活的、是恆河沙數之因合而委爲今形。億萬刧之陽光煙霧風霜雨露、皆其所取精者矣。是故欲知其情狀、非統一羣科不爲功。蓋彼之爲物、非如典禮隊裏之行人可於矩火明滅中考其情狀者。而實互古不息之質能循環系中之一物而現相爲個體者也。今古相承、不斷流注、時譬流川、而彼流川上之一旋渦也。總是三者而觀之、則羣科之聯合愈密、斯其有當於科學之旨趣也彌深。

此理萬有莫不同、而於物之貴者爲尤易見。於人固爲最甚、然卽就無生之物言之、衆物相牽亦如綱目、非合羣科、莫能明其理也。大塊之上、野馬塵埃、皆生氣之所吹噓磅礴。誰能不察其所載之寓公、而洞見坤輿之情狀乎。

試取海中有機體之生理學及應用其學之漁業改良言之。欲探此題之底蘊。非合化學物理植物動物氣象地理諸家之力不爲功。各科學相須之殷也如是夫。

頗有篤於墨守之教育家、謂地理學不能自成一科、不過集合數科應特別之用而已。因斥地理之不中教科。此其持論、殆坐不思、夫謂地理學爲交割多數他圜之圜、其形容誠當。然此正爲其科之特色、蓋各種交相爲用之訓練、其會通之效、見於此學矣。

吾人之純智的世界觀、實以科學的姱修爲根據。各種科學訓練之取材愈博、相得愈深、則其所養成之世界觀愈貴。太陽之耀、非一線之光所能成。通達之觀（吾人謂此通觀爲『中和』sanity）亦非一科之學所能造。荀特 (Goethe) 之眼光、鑄物理生物地理心靈而爲一。其所以名垂不朽者、非無因矣。

謂專攻力學之士取比較心理學而讀之以領受新印象、而其素抱之自然界觀不爲

所促進者、吾不信也。謂物理化學之闡釋、其所成之自觀、不有待於生物心理社會諸學以訂正之者、非虛憍恃氣懷科學之黨見者不作是言。人縱長頸、亦安能穿牖外觀而覩穹蒼之全體乎。

化學之有造於生理、吾人之所熟知也。一身之中、含無數之化學作用。若者養化、若者還元、忽而加水分析(hydrolysis)、忽而醱酵。凡此種種變化之如何相濟、如何指揮、卽爲生機之特性，使無化學、又安能見之若此真切乎。然化學之助生理固矣、而生理要亦有施於化學。梅約(Mayow)之發見養氣(1764)、先化學者之分離養氣也百年、卽其例矣。

吾人所當見之深切著明者無他，同一現象可供數科之研究而無思出其位之虞、是已。一朵薔薇、而化學物理生理心理之問題皆於是在。吾人特爲四科方術器具公式不同、故分立以便人事耳。若言其實、則四科者不過同一窮理事業之殊式而已。

綜要 類分科學、以其條目言之、直可各行其便、惟心中有一種明晰之知識圖系、則實用上之利益實多。類分之大界綫、每隨吾人之科學的或哲理的見解而轉移。如生

物學之獨立、心理學之與生理學分離之類、是已。入手之始、似宜先立抽象科具體科二大類。前者專言方法、而後者則以經驗之事實爲題。抽象科中、算學爲植基、而玄學爲會極。普通具體科(亦可稱經驗科或描寫科)有五。曰化學、曰物理學、曰生物學、曰心理學、曰社會學。五科之內、各有亞科。生物學之分爲形式學、生理學、演育學(即胚胎學與古生物學)原因學、是爲其例、依普通科而起者、爲多數之引伸科(或稱特別科、)如植物學動物學之類。引伸科頗有集數科以究一題、具錯綜會合之性者。地質學地理學、其顯例也。普通或特別科之某部、直接謀人生之發育演進、而有事於美術技藝者、則立應用科之名以表之、於事爲便。雖自然科學爲一爲多、今茲尙無定論。然各科之價值與其進程、不能不隨其相劑相維之多寡爲變、則學者之公言也。

第四編 研究與發明

一 發明與研究（註一）

任鴻雋

人類之所以進化、由僿野而文明者、其必由於發明乎。荒古無史以前、人禽蛻化之迹、窅矣、不可稽矣、然而富媼之所蘊藏、石史之所昭示、莫不有其發明之事、蓋自靈明發舒、知器具之爲用、而人類遂首出於庶物。繼茲以往、由石器而銅鐵、易皮革以冠裳。巢穴也、爲之宮室以安之。險阻也、爲之舟車以通之。鮮食而代以樹蓺、結繩而易以書契。極至養生送死繇俗交易之事、莫不大備、燦然爲近世之社會。若是乎人無論其文明程度若何、蓋無日不在進化之中。其無日不在進化之中、以其無日不有發明之事。所謂進化程度之深淺，特此發明多寡之表徵而已。發明絕、則進化或幾乎息、而失所以爲人之具矣。然則發明之爲重、不於此可見耶。

上古發明之所由起、解之者不出二途。其一、謂草昧之世、渾渾噩噩。有天縱之聖者出、

（註一）見民國八年『科學』第四卷第一期

神明獨運、左執造化之橐籥、右開渾沌之竅輿、而正德利用厚生之事於是出焉。易繫辭言庖犧神農黃帝堯舜之王天下、而推本其觀象畫卦、作結繩而爲網罟、斲木爲耜、揉木爲耒、舟楫弧矢衣服宮室、重門擊柝之制作、所謂『天相下民、作之君、作之師』者。蓋以備物製器以爲民用、因首出庶物之聖人所有事、而非凡民所得幾焉。此一說也。其二、則以爲大凡發明之事、皆得之偶然。創作者特利用當前之經驗、以開後此之利便。如甄克思作政治小史、(註二)謂原人之識樹蓺、乃由前歲遺種於地、發榮滋長、結實可風、有以成其播種待穫之觀念。而蘭姆 (Lamb) 亦言、中國人唯知食生狙。厥後有豢狙者、家燬於火、羣狙殲焉。其子偶探燼餘、因識燒狙味。他日欲食狙、則築室聚狙而焚之。此雖寓言、是以代表偶然發見說之大意矣。由第一說、發明之事不可視以爲易。由第二說、發明之事不可狃以爲常。則發明之寥寥、與人類進化之遲遲、無足怪也。沃力斯 (A. R. Wallace) 作『奇異世紀』(*The Wonderful Century*) 嘗歷數十九世紀中發明之最要者、約得十二、曰鐵道也、汽船也、電信也、電話也、自來火柴也、煤气

(註二)卽嚴譯之『社會通詮』

燈也、電燈也、照象也、留聲機也、倫得根射綫也、光系分析術也、痲醉藥也、防腐劑也。十九世紀以前得重要之發明凡五：曰望遠鏡也、印字機也、指南針也、亞剌伯數字也、拼音字也、加以晚近發明之蒸汽機與气壓計而七。沃氏於十九世紀則多所予、於前世紀則多所奪、意存乎軒輊、而蔽中乎權量取舍慮未協也。蓋語發明之輕重、不當專取其事之新奇。如文字印機之效用、豈自來火煤气燈照類所可同日而語耶。然近百年間之所發明、遠跨乎有史以來數千年而上之、則固事實之不可掩者、雖欲爲前人曲護而無如何者也。(如前人所用色料、無過十數、近自人造色料發明、乃達數千百矣。)若然者、非今人之智突過前人、亦非今人承天眷佑、所遇之幸運獨夥。蓋有其發明之術爲發明之術者何。曰、研究是矣。執環樞以臨無窮而後造物祕藏之奧欲遯而不得也。

人類幸福之增進、必有待於三類人之力。三類者何：一曰真理之發見者、研究天然界之現象。二曰真理之傳播者、普及智識於疇衆。三曰真理之應用者、發明製造之新法以供人生之需求。是三者、其有造於人類之幸福同、而取程各殊、有第一類人以爲之

前、而後第二三類人有所據以立事。譬之開創草昧、第一類人爲新地之發見、者第二三類人則篳路藍縷以啓山林、爲子孫生聚之地。故研究之性質、大別之又可爲二。一曰科學之研究、其目的在啓闢天然之祕奥。一曰工藝之研究、其目的在駕馭天然以收物質上之便利。細別之、屬第一類者、可稱之爲發見(discovery)。屬第二類者、可稱之爲發明(invention)。發見與發明爲用不同、其有待於研究又同也。

今人習聞牛頓見蘋果墜地而悟重力之理、瓦特見蒸气動壺蓋而發明汽機故事、以爲發明之事、皆得之偶然、而無所用其苦思力索、此大誤也。此念不去、研究之功不至、則發明乃終無望。吾不謂發明之事、遂無得之偶然者、特所謂偶然者、亦一時驚異之云爾。苟令其前後觀之、雖偶然而非偶然。何則、非孜孜兀兀好學不倦之士、斷不克遇此種偶然之事、即遇之亦將熟視無睹。且偶然之發見、不過如抽絲得緒、求雛得卵、爲一種隱微之表示而已。將循之以有成、仍有待於講求。聞者疑吾言乎。吾請舉發明之出於偶然數事以明之。

其一、徵之電信之發明。電信者、藉電力與磁之作用、而成記號以通意思。當千八百十

九年、厄斯台特(Oersted)方教授於科奔亥根大學(University of Copenhagen)。一日於講室中以銅線導電線下有磁針、忽自轉動、由是知電流於磁針有影響。安培耳(Ampere)繼之、精究其蘊、遂悟用電力與磁石可傳消息於遠方。至千八百三十三年，德學者高士(Gauss)與維勃(Weber)乃於戈丁恩(Gottingen)短距離間、行電信之實驗。故今日橫繞地球二百五十周之電線、皆厄斯台特偶然之發見啓之也。

其二、徵之膠狀炸藥之發明。膠狀炸藥者，用可溶棉和以硝基甘油(Nitroglycerine)，方今最有力之炸藥也。硝基甘油，爲炸藥中之要品。顧其物爲液體、不便取攜。曩日造炸藥者、常以輕石粉和之，俾成固質。然輕石粉爲非燃質。大足減殺爆發力。瑞典化學家哪培爾(Nobel)欲有以易之久矣。一日傷指、因以溶棉敷傷處。既視瓶中猶有餘瀝、乃注之硝基甘油瓶中。硝基甘油得溶棉卽凝成膏。於是哪培爾大驚、以爲此問題之答解在是矣。蓋溶棉卽無煙火藥之溶於酒精以色合劑者。與硝基甘油合、不唯無損其爆發力、且足增之、而又能達變流爲凝之目的。哪培爾益加研究、遂成膠狀炸藥之發明。溯其原因、亦得之偶爾而已。

其三。徵之煤气燈罩之發明。燃煤气於空气之中、其焰不明不適於暗室之燭。故當煤气燈罩未發明以前、煤气燈幾有被逐於電燈之勢。發明之後、煤气工業乃復與電燈競雄於市矣。大凡焰之火光、以有固體質點在焰中熱至白熱故、此習化學者所習知也。煤气燈罩之構造、卽在以稀金屬釷(Th)與鍶(Ce)之硝酸鹽溶液、浸之棉網中而燒之、以得此稀金屬之養化物、爲煤气焰中之鹽光體而已。當威斯拔赫(Welsbach)在化學大師里比希(Liebig)試驗室中研究稀金屬也、一日以釷與鍶之鹽類溶液浸棉布、納之焰中、乃大發奇光。且棉質焚去而釷質不毀、其光因得永久。於是進研何質能發光最强、何術能保持燼餘使歷久遠、此卽現今通用煤气燈罩之起源、而亦得之偶然者也。

吾於千百發明中、而獨舉是三者、以其物爲吾人所習見、且甚爲重於工業界故也。抑是三者之發見、雖若出於偶然乎。吾人所不可不知者、(一)厄斯台特哪培爾威斯拔赫之三君者、皆碩學耆宿、精研不倦。當其發明未至以前、耗送於試驗室中之光陰、已不知幾何。於千百試驗中而得一二意外之結果、與其謂之天幸、吾甯歸之人力。(二)

由發明以至成功、其所經之程途又幾何。有厄斯台特之發見，而無安培耳高士維勃之研究、則電信無由成。有哪培爾威斯拔赫之發見而無後此之研究，則膠狀炸藥與煤气燈罩仍不過學者之夢想。由後之成功、以觀前之發明、譬猶豫章種子、雖具参天之勢，而不得所培養灌溉、則句萌無由達、而枝葉更無論矣。是故發見有偶然，而發明無偶然。卽此偶然者、乃亦勤苦之結果。吾人言發明而不先言研究、豈得謂之知本者耶。

發明之出於偶然者、既有如是矣。其不出於偶然者則何如。科學之最大職任、在據已知之事實、以測未來之結果。然則應用科學之智識、以達所蘄嚮之目的、乃真發明家所有事、而側身科學之林者所不可不勉者也。發明之屬於茲類者、其事至夥、細數之不能終其物。略而言之、則有如兌維 (Davy) 之發明安全燈、先研究礦穴中气體著火之性質、而後據銅絲傳熱之理、以成安全燈之製造。舟以鐵、鐵足以影響磁石、而舟中指南針失其用、則有喬治 (Sir George) 與愷爾文 (Lord Kelvin) 算明磁力相消之理、以得機械的糾正之術、而大海乃非迷途。且夫言發明於近世、其足以激發吾人

之神志者、孰有如固定空中硝素之法也耶。方一八九九年、克絡克斯（Sir William Crookes）發表其食麥問題之論也、歷指五十年後世界人口之增加與所須於食麥之量、而惴惴然於智利硝石之垂盡。智利硝石者、種麥必須之肥料也。硝石乏則肥料缺而食麥之出產減。以減縮之麥產、供方增之人口、欲人類之免於餓莩難矣。克絡克斯於是爲之言曰、發明固定空中硝素之法、以拯世界人類於餓莩、此當今化學家所有事也。(註三) 克氏此說出、大驚當世學者、其熱心者乃從事於固定硝素之研究。今則發明蕃出、固定硝素之事、已成工業上之成事。歐洲交戰各國、且賴以給軍事製造之供矣。凡若此類、皆先具其意、乃進而求達此之術。此術無他、即由科學律例、據已知之事實、而定解決實際問題之法是矣。雖繁難之業、或非一蹴所幾、然凡事皆由漸次積累而成、發明何獨不然。一年所不能成者、以十年二十年乃至百年之時間爲之。一人所不能成者、以十人百人乃至千萬人爲之。泰山之溜穿石、以其日滴不已也。淤流之土成邱、以其日增不止也。啓之闢之、其術彌廣。鑽之剔之、其蘊彌彰。發宏光大、日進無

(註三) 參觀民國五年「科學」第三卷第六期「空氣中硝素之固定法」

疆。物用攸賴、世運文明。其斯爲研究之功、而發明之賜乎。

夫發明有待於研究、而研究又有待於歷久之積力。然則研究將由何術以繼續不輟耶。曰、是有組織之法在。研究之方法、非本篇所欲及也、研究之組織、可得而略言之。外國學術研究之組織、概別之可爲四類。一曰學校之研究科。二曰政府建立之局所、三曰私家建設之研究所、四曰製造家之試驗場。茲請依次道其大概、而各舉一二例以明之如下。

一、大學及專門學校之研究科。　學校者、學術之府、而智識之源、研究之行於學校久矣。顧其成效之著否、亦視其組織之當否而異。凡學校中之研究、可分爲二類。

(1)純粹的科學研究。其行之也以(a)教師。教師者、專門名家，於其本科固已堅高畢達、而鑽研之能又嘗爲人所共見者也。故研究之業、是其專職。現今最進步之大學，其名教師多不復多任講授之事，而致其全力於某問題之研究，或爲他學者研究之導師。蓋用其所長以爲他人所不能爲之事、自學問經濟上言之、固應如是也。(b)畢業高材生。此輩大多聰明才俊之士、於畢業後復求深造、立於某教師指導之下、而研

究某業。於學術上之貢獻最爲有望。方今有名大學、皆於此等學生有特別助貲之例、使此等有望之才、不至以無貲輟業、所謂饞友費（Fellowship）者是也。助貲之法、有由公家年出經費者、有由私家捐款若干存校中用其利子者。捐款之人、幷得指定此項助費、專爲研究某項人才之用、他項無得越取。一舉其例、美國哈佛大學文藝一院、得饞友費凡三十九、支費凡二十三萬餘金。以類分之、科學三、政治四、教育一、音樂一、古學三、文學三、其餘無所專屬凡二十四。此特其一院耳、其他各院莫不有之、其他著名之各校又莫不有之。則彼邦獎學之盛可以見矣。赫胥黎有言、『無論何國、苟能費十萬巨金、發見一法勒第、置之高明之地位、使盡其所長、則所獲必且倍蓰』諒哉言乎。

（2）工業上之研究。其行之也、或以教師、或以學生、與上無異。唯其研究之問題、或出於學者之本意、或出於實業家之囑託。故其教師或同時爲實業家之雇傭、學生或受特別助費。此種辦法、在實業界程度已高。知學術研究於增進實業之效率爲必要時、固屢見不一見者也。（參觀下節私家建設之研究所）

二、政府建設之局所。　近代社會進化、山林虞澤兵農工商之事、莫不各有其專門之奧義。政府欲爲之增進事業、整齊法制則不得不有特設之局所、以從事科學之研究。此等局所、於美國爲最盛。蓋其國家閒暇、財力充裕、而中央政府又能脫然於地方行政之煩苛。其中央各部之某某、與其謂之行政機關、無甯謂之科學研究所之爲確切。略舉其例、如農林部分科凡十七、曰部長事務科、曰畜産科、曰林政科、曰林産科、曰化學科、曰土壤科、曰生物調督科、曰度支科、曰出版科、曰收穫概算科。曰圖書科、曰气候科、曰州交科、曰家計科、曰道路及鄉野工程科、曰市場及鄉市組織科。全部事業大別之可分爲三、曰日常科學事業曰特別研究、曰教育事業。凡農業上改良之事、莫不驗之於實習場、而後布之於大衆、蓋官署也而不啻全國農夫之師資矣。此部一九一五年之用費凡二六六五〇、〇〇〇美金、用人一萬五千、其從事科學研究者約二千云。

次言其標準局(Bureau of Standard)標準局之職志．

(1)保管各標準度量、并以科學的研究保持其常値。

(2)比較各州各市所製之度量而正其差謬、凡用於商工業及學術上者皆及之。

(3)製定新標準以應科學與工業進步之需。

(4)定量物之器以爲製造者法、使校正其出品、幷使用物者本之以爲較量。

(5)關於標準問題之專門研究。

(6)測定物質之物理的常值及常性。

局中分科凡七、一衡量、二熱及熱量、三電力、四化學、五建築物料、六工程研究、七冶金。用人凡四百、其中約四之三皆科學專家。其常年用費約六二五、〇〇〇元、其建築費一、〇〇〇、〇〇〇元、設備費四二五、〇〇〇元也。此局之效果、一足以助工業之進行、二足以輔學校之講求、三可以爲公私機關之顧問、皆於學術發達有益者也。以中央政府之機關而從事於學術之研究者、尙有如礦務局 (Bureau of Mines)、公共衛生局 (Public Health Service)、本篇限於篇幅、不及備詳。其非行政機關而爲公家事業者、則有斯密生學社 (Smithsonian Institution)。此社以英人斯密生 (James Smithson)之遺產爲之基、而美國國家撥公帑助之以供其建設。其社之目的有二。

(1)增進智識。其行之之術亦有二。

(a)置重獎以勵新理之研究
(b)劃進款之一部以供研究之用。
(2)普及智識。其行之之法爲刊布書報。其出版物凡三類。
(a)年報、以表科學之進步。
(b)專報、以發表專門著作。
(c)雜報、薈萃各重要科學上之著作、探險家之報告、與其他重要書目、而刊布之。

此社事業所及、又不僅學室之研究與文字之傳布已也。方今美都華盛頓所有之公益事業、學術機關、如博物院、美術館、動物園、气象台、飛機試驗場等、莫不以此社爲之母。而此社於气象與飛機事業之開創、厥績尤偉。

三、私家建設之研究所。研究所之由於私家建設者、如英之皇家學社、尙矣。求之於美亦復指不勝屈、今舉其一二以代表之。

1.卡內祁研究 (Carnegie Institute)。此所爲美國鋼鐵大王卡內祁所剏建。其捐

款凡美金二千二百萬年可生息一百十萬。此社之目的、就其註册所言者曰、將以獎勸研究與發明、以謀人羣之進步。其達此目的之術有三、(一)所內自立之研究、以行研究之遠大者。(二)所外研究之資助、以行研究之簡易者。(三)出版事業、以發表(一)(二)所得之結果、幷刊行不經見之書籍。全所組織、可略分爲四部。(一)管理部、(二)出版部、(三)研究部、(四)所外研究部。其研究部內容、博大繁賾。部中分股凡十一。

(1)實驗生物股、成於一九〇三年。

(2)植物研究股、成於一九〇五年。

(3)胎形學股、成於一九一四年。

(4)海中生物股、成於一九〇三年。

(5)營養試驗室、始於一九〇三年。在波斯頓之試驗室、成於一九〇八年。呼吸熱量計、卽此試驗室有名器具也。

(6)地上磁力股、成於一九〇四年。一九〇九年、無磁舟名卡列基者成、而海上磁性之測驗、始與陸地無異。

(7)地質試驗室、成於一九〇四年。一九〇七年、特別試室成、備諸化學物理器具以研究礦質。且令礦質在高溫高壓下與地球初成之狀相等、以驗地殼生成之情況。

(8)赤道天文股、以測南半球星象。

(9)威爾遜太陽觀象台。

(10)生計社會學股。

(11)歷史研究股、搜索歷史祕傳、旁及各國寶書與目錄刊布之、以爲私家研究之助。

以上皆所內之研究也。所外之研究、則有所謂所外研究員之設、於所欲研究之事、擇他處之能者使之從事。其人數或獨任一人、或同數人共任一事。年資若干、有時竟與學校之延聘教授無異、其年限亦無一定。

卡列基研究所之財政、以董事二十人主之。三分董事之數、一由法團中人出之、一爲工商業中人、一爲科學家。董事年會一次、以定進行之計畫、及財政豫算。平時所內事務、以管理部主之。管理部之組織、以所長、部長、書記、及其外五人。董事會議時、由所長

報告其意見、以定進行之方計焉。

2. 梅倫工業研究所 (Mellon Institute of Industrial Research)。是所爲辟次堡大學之一部、亦私立研究所之一、而其用意及組織爲尤善。其目的有二、(一)研究工業上未解決之問題。(二)養成研究之人才。其組織之特點、在所謂工業餼友制(Industrial Fellowship System)。何謂工業餼友制。今使有人於此、於某種工業問題、須待研究、乃出金若干於是所、以爲餼食一人或數人之資。此研究所則用其資、爲擇相當之人以研究其問題。其研究所須、由所供之。研究所得之結果、則歸諸出資者。

所中之餼友凡兩種、一爲單、一爲衆。單者一人作一事、自對於研究所負責任、衆者數人合作一事、其首者對於研究所負責任。其行事次第、一問題至研究所、主者則擇一曾在畢業院才能昭著之人、使任其事。其人既受任、則往出資者之工場、寬以時日、以察其問題之要點、且使與工場情形相悉熟。新法成時不至有杆格之患。既乃返所、遍搜書報、觀前人於此問題有所研究否。既盡搜討之功、乃出自研究之術、於試驗室中行之、以所得結果上之研究所長。如所長以所得有商業之價值、乃於附近設一小工

場、以試驗其法果足用於製造業否。如歷試之而皆有效、出資者乃進而設立工場、以新法從事、而一新製造業出焉矣。此制於各方面皆有利。略舉之。

(一)屬於出資者、(a)得研究所器備圖書之便、以小資而取巨效。(b)得所中教師之指導、而收專門人才之用。

(二)屬於研究者、(a)得以科學方法研究工業問題。(b)研究之後卽見實行。(c)青年寒畯、得因實際之研究而自成實業家。

(三)屬於學校者、得多數專門人才聚於一堂而研究各種問題、求精之學風、不期而蔚然。

(四)屬於有衆者、研究所得之結果、以特別規定、得公佈之、永爲公共產業。

據去年澳洲政府調查報告、(註四)此制施行以來，不過五年、製造家之以問題來求解

(註四) Memorandum on the Organization of Scientific Research Institutions in U. S. A., by Australia Science and Industry Commonwealth Advisory Council, 1914-15-16 本篇多據引之。

決者凡四十七、置議友凡一百有五、出資共二十六萬元、而所中所費亦十七萬五千元。問題之得圓滿解決者、凡百分之七十。所發明之新法、用於製造上者、不下二十云。

四、製造家之試驗場、 以近世進步之速、競爭之烈、業製造者、勢不能故步自封、而必時時以改良爲務。欲圖改良、則研究其首務矣、各國大製造家、皆自設研究所而延有名專家主其事、德之 Badish Soda Fablik 公司、以製造人造靛著名於世。乃得之二十年之研究。近又以發明固定硝素及合成安摩尼亞法爲學界所稱道、吾前作他論(註五)已道及之矣。美國大工廠之設有試驗場者凡五十家、(註四) 其最著者、如 The General Electric Co., The Eastman Kodak Co., The H.K. Mulford Co., The Dupont Powder Co., The Edison Co., The Westhouse Electric Co., The Pennsylvania Railway Co., The Vacuum Oil Co., The American Rolling Mills, The National Cash Register Co. 等。

凡製造家之設試驗場。其目的不出下列三者、(一)以分析法定所用物質之成分、因

(註五)參觀民國五年『科學』第二卷第六期

得操縱製造之方法。(二)以工業的試驗、求改良製造方法與出產、以減少製造之成本。(三)研究科學上根本問題之與工業有關者、蓋工業之進步、必有待於科學智識之發達也。今舉一二以見例。

1. The Eastman Kodak Co. 以造照象器具著名者也。其研究所約分兩部。一爲製造部、以行製造新器之試驗。一爲科學部、則專由學理上研究用於製造上之物質。其科學部又分溷液化學、無機化學、有機化學、物理、原色照象、分光鏡等科。其所得結果、多由各科學雜誌公世、於製造學術兩有裨也。

2. The General Electric Co. 以製造電力機械著於世。自一九〇一年、即組織化學物理試驗研究所、迄今設備之費、逾五十萬元、而常年經費亦二十餘萬元。所中從事研究者約二百人。試驗室散在各地、分分析化學、物理試驗、分光鏡試驗、電燈試驗、倫得根射線應用、絕緣質試驗、炭素刷及他合金與稀金屬鎢硼銅等元質之試驗等。試驗室之職務、有爲

(a)純粹科學上之研究無一定目的者。

(b)改良製造方法及所用物質者。

(c)發見特須之物品者。

(d)用研究室所得之結果以製造商品者。

此其大較也。此公司之新發明、得於純粹科學之研究者爲多。如近今行用之電燈線、中實以硝气、非如從前之真空、乃研究細線失熱定律與鎢質蒸發之結果。電燈線之用金屬線以代炭線、又爲真空爐中高熱研究之結果。又倫得根射線管之製造、此公司亦多所發明。其傭爲研究者、大概大學專門學校之畢業生。一二化學物理學界中之宗匠碩師、亦居其中。如是公司者、豈得但以製造家目之哉。蓋技也、而進於道矣。以上所徵引、特爲每類見其例、而已累牘連篇、更僕未盡、則他國科學研究之盛、亦大可見。其發明之衆、進步之速、又不得委爲天之降才爾殊明矣。吾國近年以來、震驚於他人學問文物之盛、欲急起而直追之久矣。顧於研究之事業、與研究之組織、乃未嘗少少加意。興學已歷十年、而國中無一名實相副之大學。政變多於蜩螗、而國家無納民軌物之遠猷。學子昧昧於目前、而未嘗有振起新學之決心。商家斷斷於近利、而未

嘗有創製改作之遠志。茫茫禹甸、唯是平蕪榛莽、以供楛窳民族之偷生苟息而已、所謂文明之花者、究何由以產出乎。當吾「科學」之初出也、不佞嘗爲之言曰、「臨淵羨魚、不如退而結網、過屠門而大嚼、不如退而割烹。」今作此篇、亦欲爲羨魚者授之以網、過屠門者進之以肉而已。世有進而結之割之者乎。成規具在、其則不遠。藉攻玉於他山、成美裘於衆腋、作者之幸、當無過於此者矣。

二 發明與研究二（註一）

任鴻雋

曩吾作『發明與研究』意在告人發明非倖獲之事、而欲求發明者注意於研究、因舉美國關於研究事業之組織、以爲有心學術者取法。雖然、研究事業之組織、研究之所託以行、而非研究之所以爲研究也。凡孳息地球之上、號稱文明之民族、各有其學術、卽莫不各有其研究之方法。而考厥歷史、其發明之數、或相倍蓰、或相什伯、或相千萬、或者其研究之術不同、故其結果亦異耶。不佞曩言研究而未及乎研究之術、甚慮貽買櫝還珠之誚、因不揣譾陋、而有此篇之作。

今欲言發明與研究、請先下研究及發明之定義。

發明者、由其所已知及其所不知、由所已能及其所不能之謂也。知與能範圍甚廣、則孺子舍乳而就食、亦足以爲發明也乎。曰不然。吾所謂知不知能不能、就人類智能之全量言之也。於人類智能之全量有所增益者、始得謂之發明。據此爲準、得可以爲發

（註一）見民國八年『科學』第四卷第二期

明之表徵七事如後。

(一)由覺察而得新觀念。

(二)由觀察而得新事實。

(三)比較兩事實而得其同異之點。

(四)比較兩論點辨其同異、而得一新理。

(五)分析一複雜之觀念、得其較新而簡者。

(六)聯合二個以上之觀念而得一新觀念。

(七)應用已有之智識、變不可能者以爲能。

七者各以例明之。如牛頓之發明重力定律、達爾文之發明天演學說、此由覺察而得新觀念者也。墜物無不向地、生彙莫不演進、事實日在吾人之目前、而吾人莫悟其意。牛頓達爾文二氏之發明、非事實也。特事實之意而已。若是者吾人謂之新觀念、科學上發明之最簡而範圍最廣者、此類是矣。(二)由觀察而得新事實、科學上之發明多屬此類。最著者、莫如知疫癘之生於黴菌。諗彗星之具有軌道、一藉顯微鏡之力、一藉

望遠鏡之力，皆足爲觀察二字之定解。全部質科科學皆由此類發明出者也。(三)比較兩事實而得其同異之點。如雷立(Rayleigh)比較空氣中硝素之比重、與用化學法所得硝素之比重而見其差異、任默塞(Ramsay)因之遂發明空氣中之氬氣等質。最近哈佛教授列敕遲(Richards)發見鉛之由輻射體(Th)變成者、其原子量常較平常之鉛爲重。此特由比較而見其異點、尚未及其他新發明。然即此比較之結果、欲不謂之發明、已不可得矣。(四)比較兩論點辨其同異而得一新理。如曰物質之極點爲不可分之微粒、或爲不可斷之絲縷、此兩說也。得其同異之點焉、曰、如爲微粒、則有羼和互入之能。如爲絲縷、則將糾繞紛紜、分之不易合、合之不易分、而自物質之常性言之、殊不如是、故學者寧取微粒說、而原子之說由此出焉。(五)分析一複雜之觀念、得較新而簡者。如火之熊熊、爲熱爲光、吾人對於火之觀念、一複雜之觀念也。顧分析之、則火者無過物質劇烈化合之一現象。其熱即化合力之表現於外者也、其光則熱力之及於他物而使之然者也。然則化合現象之觀念、不視火及光熱之觀念簡而易之乎。又如取水以吸筒、拴動而水升、常人曰、此吸力也。吸力之觀念、猶是複雜。分

析之、則因筒拴上升而筒成真空、於是有真空之觀念。水受筒外空氣之壓而上升、於是有空氣壓力之觀念。分析愈密,則觀念愈明。科學之基礎、其在是乎。(六)聯合二個以上之觀念而得一新觀念。最顯著者莫如化學上之氣體定律、所謂壓力與容積之相乘積、與絕對溫度成比例($pv=RT$)者、乃合鄱伊爾(Boyle)蓋呂撒克(Gay Lussac)二律而成。又加物理上熱之正確觀念、乃得於能力不滅及能力可互變其形二觀念既明之後、皆此類也。(七)應用已有之智識、變不可能者以爲能。則晚近工業上之發明、胥屬此類。入彼邦大市之圖書館,披覽其發明註册者之夥頤、未有不舌撟目瞪、歎其人兢求進步之烈而富强之效有以也。雖工業上之發明、多待科學上之發明而後成、談者若有不屑之意。然無此種發明、恐今人所能之事出於古人者亦幾希矣。故以殿焉。

上來所說發明之表徵凡七。覆按七事之中、所可認爲發明之根柢者有二、即(1)與(2)所謂由覺察而得新觀念、由觀察而得新事實者是也。以下各條、就其爲術言之、則進而愈繁。就其取材言之、則仍不外乎觀念與事實二者而已。根據此說而吾研究

之定義可得而言。

研究者、用特殊之智識、與相當之法則、實行其獨創且合於名學之理想、以求啓未闢之奧之謂也。研究之表徵、亦有二事如下。

(一)研究必用觀察與試驗。其結果必有新事實之搜集。

(二)研究必於搜集之事實與觀察所得之現象、加以考驗、使歸於一定之形式、而成爲新智識。

由此觀之、研究與發明、於次則有首末之殊、於律則有因果之別、而實具有一不易之鵠、作始之點焉、則所謂新事實是也。當其向此鵠而行、則謂之研究、及其旣達此鵠，則謂之發明。(觀念雖與事實幷重，然非先有事實以爲根據、其觀念卽爲懸擬虛想而無科學價値) 故研究之第一步、莫要於搜集事實矣、而搜集事實之術將何出乎。

今夫事實云者，謂其事誠有迹象可尋、而非意想中之懸擬推想、如煙雲蜃氣之不可覆按者也。其誠有之事實、與意想之懸擬所由異、則一必經乎視聽嗅味觸之五覺，一則不經五覺之官知。而但縱心靈之鼓動是矣。(雖科學上定律之發明、如原子說分

子說等、蓋未嘗經官感之實驗。然此說之成、乃研究所得之結果、非以是爲研究也。矧原子分子等說、嚴格言之、猶是假設。近世學術愈進、則原子之存在有能證之者矣。)譬如吾言日中有氦(He)、此非懸想之言也。以分光儀當日而取其圖、則氦之橙黃線在焉、視官可得而察也。今如又言日中有人、則純爲虛擬。吾詰以迹象、而其說立窮。凡事實與虛想之分具此矣。是故研究之事、經緯百端、極其作用不過兩事。

一、曰觀察。 觀察不限於目前之應用而已、凡耳之所聽、鼻之所嗅、舌之所味、四肢之所接觸、肌體之所感受、外物之形態性質、運動變化、足以起吾人之感覺者、皆觀察所有事也。或者將疑人有目孰不欲視、有耳孰不欲聽、有鼻舌四肢孰不欲嗅味觸受、而何以觀察獨爲研究之事。吾不欲作已甚之言、謂世固有具目而盲、具耳而聾、有心知百骸而不知用者。唯用之也、有其故而後不紛、有其術而後不妄。不紛則有條貫、不妄則可徵信。有條貫、可徵信、而後可成有用之智識。凡觀察之有當於研究者準乎此。反是、與研究無與者、并不得謂之觀察也。

二、曰試驗。 試驗與觀察、非二物也。當行試驗時、手營目注、何一而非觀察、無觀察是

無試驗也。而必別試驗於觀察、亦自有說。蓋觀察多就自然現象言、而試驗則以人力變更其緣境而觀其結果。觀察不足盡研究之能事、其故凡三。(一)觀察只及於自然現象、因之所得之事實亦至有限。而非先得多數事實、不能得正確之結論。(二)觀察但及於已然之現象、不能分析組成此現象之各因子(factor)、而權其輕重之次。(三)觀察但及已然之現象、可以得事實、而不足以證理想。易言之、適於歸納之論理、而不適於演繹之論理是也。用試驗、則三病皆除。其除第一病奈何。曰、試驗者爲之在人。試驗之數無窮、而吾所得之事實亦無窮。懸死蛙焉、接以刃而股動、因以他金屬試之、不俟偶然之再遇也。其除第二病奈何。曰、試驗之情形、變之以意、而不泥乎一方、則構成此現象之因子可定。有气體焉、在某溫度以上、無論壓力大至何許、不可液化、故欲壓气成液、溫度之因子爲尤要矣。而所謂『臨界溫度』(critical temperature)者、大半甚低、非由特別試驗、何從得之。其除第三病奈何。吾心中有一理想、以爲可以實現、而欲其實現、必先得理想中之境緣。若是者、求之於天然或難遘、求之於試驗室則易爲功。空氣可以製硝、行之於天然界、已不知其幾千萬年。而得之於試驗室、不過晚近

十數年間事。則以硝氧存在必要之境緣、至近十餘年前而始發明、得依之以爲試驗故耳。觀於以上三者、則研究之不能一日離試驗、彰彰明甚。無惑乎今之從事研究者、其全神所注、未有出乎試驗之途者也。

或者曰。試驗既與觀察相聯係而不可分析、然則言試驗以包觀察不可乎。曰不然。發明之中、亦有不須乎試驗者。如地質上古物之發明、發掘富緼。縋幽鑿險、盡觀察之能事而止耳。亦有并不須觀察者、如算術上定理之證明、伸紙握槧、布畫量度、盡心能之能事而止耳。然此特占學術之一小區域，未可據爲典常。或者又曰、觀察與試驗卽有所得、未必遂足廁發明之林、然則研究之事、豈遂以觀察與試驗止乎。曰、何爲其然也。觀察與試驗爲研究之第一步、吾故重言以申明之。事實既陳、材料既備、乃可進施研究之術。將類別之以觀其同，或比較之以著其異、將分析之以窺其徵，抑綜合之以會其歸。要之、一說之成、當不戾於名學之理，不反於科學之律、而又可以覆按旁證、顚撲不破、如是之謂研究有成。而其用術固不可以一例拘矣。

以上所舉研究之要點、自純粹爲學術眞理者言之也。至求工業上之發明、則研究之

術有以異乎。曰、奚其異。工業上之發明、既以應用科學知識爲根柢、研究之法、自不能與科學異其步趨。特科學家與工業家所對之問題既殊、故其注目之點亦有不同耳。一物質之變化、行之於玻璃盃煤气燈之下者、移而置之工場石池汽鍋之間、而未必能指揮如意。蓋卽此物量多少器具大小之差、而境緣之殊異以生、試驗室中之可能是一事、工場中之可能又是一事。移試驗室中之可能、以爲工場中之可能、工業上之發明大半在是矣。信如斯也、工業上之發明、亦豈能於觀察與試驗之外別有途術。蓋吾言試驗、固以變更當前境緣以求所欲之結果爲其特長。變更其境緣使合於工場之情況、所得卽工業上之發明。德人以色料工業冠絕世界、而不慮爲人所奪、非特以其學理之密、亦以其製法之精耳。然則工業上之發明、亦烏可不唯日孜孜而能望其有獲耶。

若夫研究之不屬於工業、而直接爲工業爲所託命者、其例至繁、不可枚舉、昔者法蘭西之蠶患黑點病 (pebrine)、絲業大受損、不得已請巴斯德 (Pasteur) 研究其病源。巴氏於養蠶術向無經驗、顧其精銳之眼光則有以察蠶身小黑點爲其病根所

在。於是自取蠶養之、察其生長卵化、知其病由遺傳、非盡去病卵、其害無由絕、於是發明以水驗卵之法、病者燬之、無病者存之、蠶病去而法之絲業乃復振矣。自克洛克斯(Crookes)發表食麥問題論、深思遠慮者、共惕然於肥料之將絕、而人食之不可保、然化學上气壓與化合平衡之關係未發明以前、固定空氣中硝素猶是不可得之數。今則有化學上之發明以爲之前、而固定硝素遂成當世一大工業、且爲戰時諸國爭存之所託命、是又可見研究之必要、而發明之不可已也。

吾言發明而歸重於物理上之發明、以其直接爲科學之所寄也。言研究而歸重於觀察與試驗、以其爲學術之所始也。入學蓺之圃、觀講習之林、老師宿匠、蟄居一室、圖史滿前、奇器繞石、水奔火騰、窮年矻矻、疑若神祕玄奧不可究詰。誠能升其堂、入其室、則知一器一物、一舉一動、莫不有其意義。彼蓋既盡人間故紙中之舊知、而持此觀察與試驗之橐鑰、與自然界爭未發之奧蘊故耳。有天賦之能、傑出之才。其由顓蒙以進於創作之彥、程途所歷、猶可以想象得之。假設其人初入高等大學、盡數年之力、通各科之要義而習其方術、是爲博涉時代。次則獨取一科、專究其蘊、於崖涯無所不極、是爲

專攻時代。次則積力既久、漸見他人所鑽研者、罅漏尙多、有待彌縫、於是根已往之智識、出獨創之新裁、以爲研究之張本、是爲豫備時代。次則其所謂獨創之新裁、未必果有當於研究之目的、而能得所期之結果也、於是就其道之老師碩匠而就正焉。或處老師碩匠指揮之下而行其實業、有謬誤而爲之匡正、有不及而爲之補益、是爲試行時代。行之既久、用思之道愈密、實驗之術愈精、謬誤粗疏等弊舉無由侵其所事、於是自信之念亦油然生、而獨立研究之材於是成矣。吾不謂承學之士、人人能臻此境。吾尤不謂欲逮此境者、人人必經此數階級。特陳行遠自邇之序、定中人與能之途、大體所歸、當如是耳、夫爲學之術、莫要於發展學者之本能。與以相當之訓練、使遇新問題出、得用正確之方法以行獨立之研究、若是者、豈獨科學爲然哉、豈獨發明爲然哉、凡欲昌明神州之學術、而致之於可久可大之域、舉不可不以此爲幟志矣。

曩讀格雷戈列（R.A. Gregory）「發見」一書、引湯姆生教授（Thomson）之言曰：

"There are three voices of Nature. She joins hands with us and says Struggle, Endeavor. She comes close to us, we can hear heart beating, she says Wonder,

Enjoy, Revere. She whispers secrets to us, we cannot always catch her words, she says Search, Inquire. These, then, are the three voices of Nature, appealing to Hands, and Heart, and Head, to the trinity of our Being." 愛其文有詩意作「三聲」以譯之、請誦之以終吾篇。其辭曰：

誰能聽無形、有聲常在耳。造物意良殷、所語非一指。
首言汝善競、不競乃鄰死。攜手向戰場、克敵力是視。
惺惺復惺惺、彷彿聲可聆。豈唯聲可聆、如聞心忡怔。
大塊多奇偉、不樂復何營。亦有細語聲、隱微難盡解。
但道窮探索、真理如煙海。人身有三靈、曰手、心、腦髓、
汝不聽無形、何以異鹿豕。

三　科學之應用（註一）

杜蘭德

是篇爲斯丹福大學（Leland Stanford Junior University）教授杜蘭德（W. F. Durand）所著、曾載美國科學月報（*Scientific Monthly*, August, 1917），蓋爲討論科學研究與應用之相互的關係（Symposium on "Coordination and Co-operation in Research and in Application of Science"）而作也。譯者前有『發明與研究』之作、明研究爲發明之根、復於研究之組織與方法有所陳述。雖連篇累牘、意有未盡。頃讀杜氏此文、以爲頗可補吾文之不及、而爲言振倡科學者所不可不知、因爲迻譯以餉同好。讀者倘連續觀之、亦可見此問題之多方、而彼邦學者之斤斤不憚煩、非無故也。　任鴻雋譯併識

何爲科學？科學之定義、旣爲君等所熟聞、無待贅述。今爲便目前討論計、吾請爲之定義曰、科學者、發明天然之事實、而作有統系之研究、以定其相互間之關係之學也。今使有問者曰、吾人何故欲發明天然之事物、而硏究其因果互倚之關係。吾答此問、

（註一）見民國八年『科學』第四卷第六期

以爲其理由至少有二。

一、人生而具好奇之性。天地何以存、何以就、依何律而演進、略一致思、皆有不可解者在。有不可解者在、研究之念卽依之以起。又自他方面觀之、人類又生有好勝之心。當其豁然貫通、忽焉有得、自以爲與造物者爲徒、而且足以制勝之也、其樂亦不可喻。二者皆研究自然之動機也。

二、吾人發明事實、證立定律、非徒然而已、蓋將應用之以謀人類之幸福。吾言科學之應用、蓋就第二者言之耳。

今夫就事實言事實、就事實之性質言事實、凡事實所具之價値與重要皆相等。進而言之、價値與重要之觀念、無所容於事實與自然律之中。更進而言之、事實與自然律、嘗立於價値觀念之外、無所容其重要之比較者也。唯事實與自然律見於應用、而後有比較的價値及意義之可言。然則價値與意義、固與事實及自然之本質無與。其有是也、則以處特殊境緣之下、爲文明所要求應用而生者也。

不特此也、科學事實未至應用爲人類謀幸福之際、其價値之全量亦無由顯、而世界

學子無量之心思才力、幾等於虛牝。是故科學之事實一也、而其價值與意味之增長、乃進而愈廣。尋厥進步之跡、其級有三。

第一步為某科中新事實之發見。使其事止於是、其發見之事實特為發見者所知、而與以精神上之愉快；抑或自然界之祕奇、與真理之一貫、且以之而益顯。然此主觀之概念而已、此時發見之事實、尚未出事實之範圍以外也。

第二步、其發見之事實漸及於大衆而成科學智識之一部分。於是事實之意義因之而益廣、自然之奧蘊因之而益易明、人類對於自然之感想因之而益臻其高尚。然使其事止於是、其範圍仍不出乎智慧與美術之域也。

第三步則事實與律令之應用。將使疾病以之而得捐棄、居處以之而得安泰、人生之行為以之而得進於廣大高明之域。若是而最後之目的乃可云達、而科學事實之價值與意趣亦以是為極至矣。

方厄斯台特（Oersted）發明電流與磁力相互關係之定律時、其精神上之滿足為何如、此吾人所可想像而得者也。又當其定律發表時、其與當時學界智識上滿足為

何如。亦吾人所可想像而得者也。然使其事止於是、厄氏之發見、其與吾人今日世界之關係、又爲何如。使其事止於定律之發見、而未至於電力發動機之應用、是使吾人由是以得之安全快樂與生命之價值皆未由生也、則科學事實之意趣、不以是而大減乎。

更舉一例、方克絡克斯 (Crookes) 發明所謂物質之第四態 (fourth state of matter) 時、其精神上之滿足爲何如。吾人可想像而知者也。當時學界對於克氏發明之驚奇與快感、凡吾輩四十以上之人猶能記憶。然使克氏及其同儕於此學之發明、遽止於是、而凡克氏、倫得根(Roentgen)、倍克路爾(Becquerel)、居利(Curie)諸人之發見、舉不爲人類所利用、則此諸氏之發明、其意義亦僅矣、豈能爲今日負極射綫與他輻射線之爲學界所注重、其應用之價值方與時俱進而莫知其所底止哉。

科學史中類此之例、不勝枚舉。一言以蔽之、科學發明之未見應用於人生者、即其意義必未達乎至高至遠之境。吾不謂未達此境、科學上之發明、遂無價值之可言。自然界之戰勝、人類心靈之發展、皆於科學之發明驗之、而當世材智之士、號稱思想家者、

其智慧上之生命、所不可一日缺者也。雖然、其發見未及於物質文明之增進、卽無與於生命外境之樂利。養其內而遺其外、固不可謂事之全也。

吾人於此有當注意者、科學上之事實、不盡可應用以增人生之樂利。有時卽能增精神上智識上之愉快、而其無補於外境固自若也。例如純粹算學之研究、與天文星象之觀察、雖窮高極深、何與於人類生養之事、然此類學術、終不因此而不應研究。何則?科學發見於將來之應用、雖有聖智不能逆料。純因科學家之所與後世與來哲者、正其純粹科學之光榮。闡發天地未闢之奧藏之故府、以待其時之至而爲將來用。蓋將來之應用、固非吾人今日智識之所及也。

然上節所云、固與吾科學必見應用而後其意義價値日臻完全之義不相矛盾。唯其有用、而後人類所費於科學之精力爲不虛耗。當其未見應用、科學上之發明、僅有其隱能。及其旣見應用、而後科學乃爲人生勢力之一部分、而其眞義乃顯。是故科學應用之問題、易詞言之、卽溝通科學與人生之需求使其相劑相成之問題而已。此問題從廣義言之、可分爲二式。

一。有一科學事實於此、其應用爲何。

二。有一人生需求於此、將以何科學事實爲供給之據。

科學應用之歷史、其足以爲此兩種問題之證者、遽數之不足終其物。至其介於兩者之間、或合兩者而有之者、亦所在多有、今不悉舉也。

第二式問題、復有不同之點二。(a)使其所須用之科學事實、既已發見而藏之以有待也、則此問題爲博搜智識之府、採擇其當者而用之。(b)使其須用之科學事實、尚未爲人所發見、則此問題發於某項科目內爲特殊之研究、以求此問題之解決法。

解決第一式問題之要術有二。

(a)沈思遠見、徵察未來。

(b)博觀人生之須要。其有科學分子存乎其間者、尤特別注意。

解決第二式問題之要術亦有三。

(a)博習科學研究之結果、於實際問題之應用有效者、尤特別注意。

(b)沈思遠見、足以察科學事實之有效於解決實際問題者。

(c)多方能應變、沈毅以不懈、才足以盡分析合成之能事、而成演繹之論理。凡科學上成功之要質無不具。若是諸術、未易幾也。請得而申言之。

第一式問題、起於事實或其關係之發見。事實既具、其應用始可得言。而事有至奇者、時至今日、尙無科學的方法足以定事實與應用之關係是也。今日科學之見應用、特出於偶然之機數而已。雖出於偶然之機數、而此機數乃常爲正而不爲負、爲多而不爲少、則尤事之奇者矣。是故自廣漠之事實、與可能之機數言之、科學之常有用、蓋不容疑。唯其應用由何知之、則吾人今日所欲研究之問題耳。

自目前大勢言之、吾人所最缺乏者爲無所不及之明目。吾言無所不及之明目、卽無異言無所不能之科學。蓋使懸此明目高高在上、俯視衆生行事、如指諸掌、然後有以知科學之應用於人生、以何者爲最宜。然此非今之人所能及也。今日吾人之見解、如管中窺遠、而又隔以塵霧、所見者特當前風景之一草一木而已。質而言之、人生問題與科學事實之間、當有有秩序的研究、而後其相互間之關係乃得而明也。

夫既具深沈之思、高遠之見、又能博習於人生諸問題、科學應用之發見、固非不可能

之事。然此特事之偶然而非科學程序之必然者也。夫科學事業於人生問題之應用、蓋科學上最要之問題、而未嘗有科學之方法以爲研究之具、使科學之結果立見用於人生、不唯盡其量、且無後於時、而科學發見之隱能、發揮之至無餘蘊、斯則吾所大惑不者解也。

第二式問題之現狀、復與第一式問題相餘無幾。茲所求者、某科學事實之應用於某人生問題是矣。而事有甚奇者、則吾科學府藏中、有用智識、堆積陳腐、乃未爲人所顧及。吾人於科學上之致力、不爲不勤矣。年修之報、月出之誌、事理律令、紛出沓來、其結果止以供高閣之束置。至實際問題當前、乃不能本之以爲解決之方。吾人今日之態度、可謂勤於搜求而怠於應用、斯又吾所大惑不解者也。

此種情勢之結果、則爲精力之濫費。一理也、一人發見於數年之前者、他人或重複發見於數年之後。將使科學事實一旦發見之後、常陳於學子之前、以供其應用、豈遂無道以出之乎。

或者曰、子所謂一理而再次發見者、特出於其人之疎嬾。使果博搜故府、盡覽祕藏、而

後從事研究、則安得有此。曰、然。然人之善解決實際問題者、常未必善讀書、唯然、而吾人記錄科學之方法、乃不可不益求盡善矣。

今之所須者、是曰利用科學之科學。何謂利用科學之科學？卽於應用科學事實律令以解決實際問題時、一方面有以省其搜索之勞、一方面有以增進其應用科學智識之術是已。

此等科學究竟可能與否、倘是問題。如曰可也、其要術與程序爲何？

此問非吾未識所能答也。然有數者不待辨而自明。今且舍實際能行與否不計而略言之。

一。分類科學智識藏蓄所。

二。分類人類需求藏蓄所。

三。科學家若干人以搜集科學事實、而分析之、研究之。其術不一、要以能以應用於人類需要爲歸。

四。若干人搜集人類之需求、而分析之、研究之、至能得與科學事實之關係爲止。

五。科學家若干人、就上所得之材料而研究之、注全力以發展兩者之關係。吾言及此、知必有竊笑以爲不可能者。以此事範圍之廣大、方今之時、以言不可能、誠不可能矣。唯是科學智識之增益、日進而未有已、不早爲之計、將所謂利用科學之科學乃愈在不可能之數、而科學之應用愈不足償研究之勞力、誠不能不爲後之來者憂其繼也。

四 科學與研究（註一）

楊銓

自吾人以科學問世以來、今已六年。六年之中、吾國思想界由靜而動、由舊而新、其變遷不可謂不鉅、現象不可謂不佳。今則登高而呼者亦漸多提倡科學之聲、吾道不孤、真理終勝。繼今以往、吾知鼓吹科學之言論將不脛而遍國中矣。雖然、科學非空談可以興也。吾既喜國人能重科學、又深懼夫提倡科學之流爲清談也、因進而言科學與研究。

科學果何物乎?吾人所提倡科學之標準又將何若?科學之定義吾聞之矣、泛言之爲一切有統系之知識、嚴格言之、惟應用科學方法之事物乃爲科學。然此僅科學之名而非科學之實也。抵掌而談、執筆而書、條理井然、邏輯周密、其言非不科學、進叩其思想所從出、則所根據者皆他人之陳言而已。此於科學之名則得之矣。循此道以求科學、造其極、舉國淪爲鈔胥稗販、其去科學之實且日以遠也。吾爲此言非輕當世提倡

（註一）見民國八年『科學』第五卷第七期

科學之士。今之國內言科學者殆無一能出此範圍。文字爲事實之母。處今之世、思想界之榛莽未闢、遑言科學、不得已而訴之空談、自然之趨勢、亦必由之途逕；然遂謂此而已足、從文字而求科學、吾知世無其人也。

科學者、以性質言、實驗之學也、離研究則科學不立。宇宙之真藏無盡、故科學之進行亦無已。世有一成不變之宗教、而無一成不變之科學、科學蓋以實驗探討爲其生命者也。無培根(F. Bacon)牛頓(Newton)鄱伊爾(Boyle)諸人之研究、則無十七世紀之科學；無兌維(Davy)黑且兒(W. Herschel),柏利斯力(Priestley)諸人之研究、則無十八世紀之科學；無達爾文法勒第(Faraday),愷爾文(Lord Kelvin)諸人之研究、則無十九世紀之科學；無雷立(Lord Rayleigh)居利夫人(Madame Curie)愛恩斯坦(Einstein)諸人之研究、則亦無二十世紀之科學。故一時代必有一時代之特殊研究、然後有一時代之特殊科學、不可以世襲得也。不特時代如此、國際亦然。今人每言科學爲世界的、不知此僅就科學成績之應用而言。一切知識皆爲世界公物、隨人應用、不僅科學爲然也。就科學本身論、一國必有其特殊之研究、然後有特殊

之科學。執途人而詢之曰何者爲科學國、必以英法德美諸國對、不曰世界各國也。英法德美之得爲科學國、非由假借鈔襲、實百餘年以至數百年之獨立研究有以致之。其特殊之國性往往於科學成績見之、蓋好尙所趨有不期然而然者。英人富獨立性、冥搜孤往、擺脫一切、遂爲科學新紀元之產生地。十九世紀後葉科學之主要學說凡三：曰能量不變律、曰達爾文物種由來說、曰法勒第電磁學說。達爾文法勒第皆英產也。能量不變律雖成於德人海爾姆霍次 (Helmholtz)，然喬爾 (Joule) 與愷爾文(二人皆英產) 之研究與有力焉。德人富互助性、其研究多以少數科學名家之主張爲中心、全國學者分工合作以期大成、故一學說一經德人研究則面面俱到、鉅細無遺。十九世紀以來科學供獻以數量言、德人最多、未始非其團結精神之成效也。法之國性介於英德之間、獨立與互助兼重而皆不趨極端、故其科學之成績亦均配得度、文質並美、爲百世所宗。其人尙理想、深得嚴格科學之精神、說者謂十九世紀首葉巴黎爲科學精神所居、非過譽也。美人於科學爲後進、然其財力雄厚、富進取性、戰後方急起直趨以謀抗衡英德諸國、前途未可限量。就過去之成績言、其人偏於實用、故

工業之發明獨多。

吾所以不憚辭費縱論各國科學特色者、以見諸先進國之能以科學名世、純出特殊之研究而非偶然也。今請更爲簡括之言曰、無研究則無科學、中國是也；研究之人不多則科學成績亦較少、瑞典、俄、比諸國是也；有特殊之研究遂成特殊之科學國、英、法、德、美諸國是也。吾人果欲提倡科學乎、則當自提倡研究始、尤當自國內求研究之材料。人皆知中國鑛藏豐富、而不知此四百萬方英里之內、下及地心、上及星辰、無在而非科學研究之材料也、自美哈佛大學威爾遜教授採集吾國西部植物標本歸國後、植物學界添一寶藏。今聞威氏已在美培植所採植物、製造標本出售、又美煤油大王洛克菲羅氏歲以鉅金供研究中國疾病之費、其所捐建中國醫科大學行且成立。夫植物與疾病吾以爲至尋常者、人乃以科學研究材料之珍品視之。國人亦可以興矣。提倡科學既當以研究爲終始、然研究非盡人可能也。必有專家、有書報、有儀器、有金錢與時間、然後可行。攷西國之科學研究、大率寄託於下列五種研究機關：(註二)

(註二)參觀任鴻雋君著發明與研究

(一)私人實驗室。　此爲學者自設、大抵附於居屋、其經費完全由個人擔任。能辦此者、非科學名家、卽財力充裕者。易言之、其人必於衣、食、住之外有餘錢餘力餘時然後有設立私人研究室之資格也。英之科學發明大都由此產生。

(二)學校研究科。　東西洋大學與專門學校多設之、所以便利教師與卒業高材生之高深研究也。其設備之多寡完缺、視學校之財力而定。此種研究科以德爲最盛、英美法次之、蓋德實業界往往以其難題託大學研究而自任經費、卽有似與實業無關之研究亦常能得實業界之資助、此不能不服其眼光遠大也。

(三)會社設立之研究所。　學社與實業聯合會常有設立研究所以解決其範圍內之問題者。英皇家學社研究所、美卡尼基與韋斯特研究所、均其例也。其經費或得之一業或得之個人、惟管理則由會社負其責、而聘專家任研究之役。

(四)製造廠之研究部。　歐美大公司往往於其廠內特設研究部、聘名家主持、以解決與本業有關之各問題。美之奇異電機公司(G. E. Co.)，德之Badish Soda Fablik，其最著者也。

(五)政府建立之局所。 研究事業、其範圍廣、經費鉅、非一人一團體所可舉行者、政府往往設立專局任之。以公家之力謀全國之益、事既易舉、所得成效尤易普施、法至善也。美之標準局 (Bureau of Standards) 鑛務局 (Bureau of Mines) 及最近設立之國家研究會 (National Research Council), 均爲此類之顯例。

上述五種研究機關、其組織與主動力雖異、要皆爲振興一國科學之利器。其所得結果、無論公私機關、均刊成報告、公諸世界、故蒙其利者不獨一國一業一人也。今試返觀吾國研究之現狀何如乎。政府方黨爭未已、分內之政治不修、何論學術。偉大之工廠舉國不過二三、又皆腐敗因循、無革新之望。少許學社非名不符實、卽經濟不裕、力與心違。實業聯合會爲數不多、能重科學者、紗業而外無嗣響矣。學校則方視教師如小工、計時給值、錙銖必較、一若教師授課殆爲生利、課堂之外更無學問。其結果則教師授課之時間日多、自修之時間日少、大好光陰消磨於進退課堂之間、故有在國外以研究能力稱者、歸國從事教育、不年餘已成教書機器矣。教師如此、學生可知、雖有研究種子、又將於何時何地容其滋長哉, 私人研究更復無望、微論研究之設備非中

產以下所能辦、卽以時間論、一人之精力幾何、旣爲衣食住而從事違心之職業、安有餘力更事研究。其能以產業自給而又有科學精神研究能力者環顧國中、殆難其選、卽在歐美亦惟非常之天才能之、不可以責常人也。一言蔽之、吾國今日各方現象絕無發展科學之餘地、非有根本之改革、空言提倡終難收效。上述五種機關、政府工廠非旦夕可改良、私人亦困於環境不易實行。求其性質最近而又有改良之機會者、厥惟學校與會社。屈指國中此類機關亦不多、或困於人材、或困於經濟、皆難獨力研究。與其分而無成、何若合組研究所、以互助精神謀科學發達。綜其利有三。

(一)儀器書報完備。　高深研究之儀器書報需費極昂、合則可省複置、以餘金更求精備。

(二)分工合作。　科學問題往往不限於一科。常有一科之問題而涉及數科者。合則專門人材彙於一地、可收分工互助之效。

(三)經費節省。　機關愈多則管理費房屋費亦加增、合則此費可省。

或曰、吾國人最不能羣。合組研究所於理則當、恐不易行。曰不然、科學界惟知以學問

爲標準能研究者則任研究、不能者或出資、或鼓吹、無所用其爭也。爭則根本上已失科學精神、合固無成、分亦豈能有爲哉。國人果有意科學乎、則研究不容緩。無研究、無科學、無科學則無以立國於今之世。有志者當不河漢吾言也。

五 發明與機遇(註一)

張鐵僧

世界科學家、往往窮精竭力、尊吾理論之所謂是、行吾實驗之所能及、早暮砥礪於其間、務期必有所發明以爲快。其間得志與不得志之士亦多矣。吾人每贊美稱羨某某大偉人之發明、然亦未嘗不爲科學界中無數無名英雄、太息悲惋於無窮也。發明事業、萬弗能以兒戲輕忽視之固矣、然事之由偶然識破、中途不期而獲者、亦非屬罕見。柏利斯力(Priestley)之取得養氣、與哪倍爾(Nobel)之考得炸藥、利用煤膠以製造染料之發明、與人造靑靛之得終成商品、在在俱由隨時隨事、處處留心而得。往往消息甚微、所關實大。格雷罕(Graham)之考得氣體交利律(The law of diffusion of gases)、雷立(Rayleigh)與任默塞(Ramsay)之取得氬(註二)(Argon)、已往之事實、固歷歷如在目前。苟時機所至而任意錯過、不獨爲人所輕視、卽己亦不免於後

(註一)見民國八年『科學』第五卷第三期

(註二)Argon 舊譯作『元』任鴻雋君譯作『氬』

悔。吾讀里比希（Liebig）之誤臭素爲綠化碘（chloride of iodine），竊深疑化學實驗事業上之類此者之比比皆是也。事有不可解者、理有不能喻者、不妨重思再三、庶幾我心一旦之有所感悟、或卽姑作疑案、敬謝不敏可耳。勉强解說、用以敷衍了事、最足坐誤事機。固執成說、藉以隨聲附和、亦事之毫無價値者也。考「火質」(philogiston)之說與「變金術」之設論、可以知之矣。請歷舉以上所述說明之。

（一）柏利斯力之取得養氣、實於無意中而得之。一日柏氏偶謀得一凸面鏡、殊甚喜也。乃持此鏡集日光於實驗室中之各種化學品內、汞氧與焉。汞氧之爲物、經熱則易分析而變作其分子、水銀與養氣是也。柏氏於試驗此物品時、見有一種「氣」分出、頗以爲奇。於是用器收藏之、不使外洩、後又燒燭於其內、覺其光較在尋常空氣中、愈爛然可觀。驅鼠入其內、見鼠亦能生養其中、較在空氣間更活潑。因大驚叫奇、謂己亦茫無定緒、不知將何以解之。此「氣」性質，與尋常空氣絕對一樣、不過愈形「完全」耳。（註三）此養氣發明之小史。當日柏氏雖百計謀取得各種「新氣」、然演此試驗時、並

（註三）見*Romance of Modern Chemistry*, by J. C. Philip, P. 336 1910

不期有所謂養氣分析而出也。故於其既取得此氣後、復倡言語人曰『以吾今日之所得、用以說吾曩昔之哲理、將必愈顯然而可考。此種事業、全靠所謂『機會』與吾觀察之能力若何耳。固不必先有精義奧理。然後始有發明也。』(註四)

(二)哪倍爾之發明炸藥 dynamite 與爆裂藥 (blasting gelatine) 俱由偶然而得之。先是化學士蘇不雷羅 (Sobrero) 用硝酸、與格里斯林 (glycerine) 化合、得一種液體、名硝氧格里斯林 (nitro-glycerine) 者、性極猛烈、不特不易製造、且極難於轉運。徵有不慎、災禍隨之。哪氏設廠製造此藥之初、火車輪船鮮有擔任代轉運者、蓋以其危險不堪也。哪氏因是鬱鬱不得意、頗思棄此弗爲。當日搬運硝氧格里斯林之法、係將盛此液體之瓶、一一裝置於一箱內、用沙瀰補於其間、所以防各瓶相磨擊、致相毀壞也。一日哪氏見箱中一瓶破裂、內中液體遂盡行逃出。不料箱中沙之吸收此液體、恰如吃墨紙之吸墨水。取此已吸有硝氧格里斯林之沙試之、知其亦俱有爆炸之性質、不過僅四分之一於尋常硝氧格里斯林而已。然此物不若液體之危險、故轉運較易。

(註四) 見 'Priestley', *The Encyclopaedia Britannica*, 11th edition.

吾人所知之平常炸藥(dynamite)卽硅藻土之吸有硝氧格里斯林者、亦卽由此而發明。硅藻土(Kieselguhr)之爲物、係一種多孔輕土、無爆炸性質,能吸收硝氧格里斯林三倍於已身重量之數(註五)

哪氏於旣得爆發藥後、亟欲發明一物、其吸收性質,須與硅藻土類似。吸收硝氧格里斯林後、亦易於轉運、惟爆炸性質須不減於尋常氫氧格里斯林方可。一日哪氏方試驗此液體、偶傷指、於是卽自造一種膜質(collodion),用以護傷部。此膜質由棉花、火藥、酒精與以色(ether)混合而成。因酒精與以色揮散最速。此膜質經空氣作用、不久卽成一種膜皮。於護傷部時、偶與硝氧格里斯林混合、不料制成一種膠質物品。此卽吾人今日所用之一種爆裂藥也。性極猛烈、非尋常炸藥所能及。由九氫氧分格里斯林與一分可溶解的棉花火藥製成(註六)

(三)煤膠之得見重於時。實開始於波金(Perkin)之取得摩污紫(mauve)。然摩污

(註五)見*Modern Chemistry & its Wonders*, by G. Martin, 1915 p. 64

(註六)見*Explosives*, by Arthur Marshall, 2nd. edition, Vol I, 1917, p. 364

紫之所以得發明、亦實於無意中研究而得之也。吾人皆知化學史中有大人物名霍夫曼(Hofmann)者矣。波氏卽其當日得意門生之一也。其教誨之懇摯、試驗之簡捷。波氏言之鑿鑿(註七)令人敬仰不已。波氏年十四、卽從之學、三年以後、其學大進、霍氏因聘之作助教。其器重之也可知。一日霍氏屬伊謀所以取得人造 quinone 之法。渠用一氧化媒(oxidising agent)與安尼林(aniline)化合、期能成事。顧未得如願。霍氏勸其棄此另設法圖之、波氏猶豫未決。渠觀適且所得之化合品具有紫色、頗以爲奇。於是加意研究、其後用鉻酸鉀($K_2Cr_2O_7$)爲氧化媒、與安尼林($C_6H_5NH_2$)相化合、得一種美麗紫色顏料、卽今之所謂靡汚紫也。此煤膠顏料實業發明之開始。波氏設廠製此顏料時、亦止十八歲而已。(註八)

(註七)見*The Transaction of the Chemical Society*, 1896, p.p. 596-600

(四)青靛向由耕耘而得之。然自 1897 年以來。則有化學室中之人造青靛出現。此近世化學史中、最可驚羨之事也。然中間不知經多少艱難困苦、始得有今日之成功。

(註八)見*Chemical Research in its Bearing on National Welfare*. P. 56, 1912

1870年、有邦耳（Beyer）與愛末令（Emerling）者、考得從Isatin取得青靛精華（indigotin）法。1890年、候曼（Heumann）又考得由phenylglycol取得青靛法。日後究研者衆、其法乃愈夥、顧俱不能與天然青靛相抗衡、因所費過昂也。直至1902年。其法乃大進、於是大張旗鼓、一戰以取威。印度中國一帶所產之青靛、遂俱掃地以盡矣。

考人造青靛之得終成商品、亦於無意間研究而得之。先是化學士之取得phthalic acid也、用氣硫酸與naphthalene混合而共熱之。顧其作用極遲、取之大難。一日某某方試驗此法、冀有所改良。所用一寒暑表、於無意中在此硫酸與naphthalene混合器中打破、故水銀得盡行逃出。彼方責自己之漫不經心、孰知水銀既與此液體混合後、phthalic acid之分析而出也、加倍容易。自此以後、phthalic acid取之最簡便法、遂由斯而發明。phthalic acid者、人造青靛之所由而出也。請將製造青靛之法、略述於下：

Coal ⟶ Coal Tar ⟶ $C_{10}H_8$ (Naphthalene) ⟶ $C_6H_4\begin{matrix}COOH \\ COOH\end{matrix}$ (Phthalic acid) ⟶

$C_6H_4<^{CO}_{CO}>O \longrightarrow C_6H_4<^{CO}_{CO}>NH \longrightarrow C_6H_4<^{NH_2}_{COOH} \longrightarrow$

$C_6H_4<^{COOH}_{NHCH_2COOH} \longrightarrow C_6H_4<^{CO}_{NH}>CH_2COOH \longrightarrow$

$C_6H_4<^{CO}_{NH}>C=C<^{CO}_{NH}>C_6H_4$

(Indigotin)

(五)氣體交利律之得解說於世、則由觀察微有損壞之試驗器具而得之。先是有刀氏(Döbereiner)者、取輕氣一瓶、覆置一水盆中、不幸此瓶有微痕、漏風。故輕氣得漸漸逃出。照理如吾人藏輕氣於一完好玻璃瓶內、覆置水面上、如使內裏之水平面、與盆裏之水平面等、則無論經多少小時、其間必無大變更。孰知刀氏所得之結果則反是。水之由盆中侵入此破瓶也、十二點鐘之內、上升有 $1\frac{1}{2}$ 英寸之高。二十四小時後、則達 $2\frac{3}{4}$ 英寸之高。刀氏頗奇此試驗之異常、顧不知所以解之者。其後有格雷罕(Graham)出、爲解其理由、而著所謂氣體交和律。

格氏曰、輕氣爲原質中最輕之物體、能由玻璃瓶傷痕間外逸。外間空氣、亦得由斯而

侵入不過較輕氣之外逃爲遲耳。故經許多小時後、輕氣之外逃也、既逐漸加多、空氣之侵入、則不能如輕氣外逃之多之遠甚。內中氣體之壓力、因大加減小、故水得乘其乏、而上升於瓶中、於是氣體交和律、因之以推出。(註九)

(六)氬 Argon 之義、出自希臘、作「懶惰」解、以落落寡合、從不與他項原質相化合也。天地間之有氬、十八世紀末、即有人略示端倪者矣、特世人多不察耳。考愷文迭希(Cavendish)分析空氣所得之結果便知之。愷氏先用尋常空氣與養氣混合、然後通電於其間、使空氣中之淡氣、盡與養氣化合而無餘。其終有一二細泡、竟無法可使之氧化而去。愷氏之意、以爲縱有他項原質之存在、然至微小不堪言、故慢忽之、未之介意。孰知百十年後有雷立(Rayleigh)者、重試前法、始知此一二細泡、即今之所謂氬氣也。(註十)

(註九) *The Romance of Modern Chemistry*, by J. C. Philip, 1910, p. 338

(註十) 見 *Historical Introduction to Chemistry*, by T.M. Lowry 1915, p. 191.
General Inorganic Chemistry, by A. Smith, 1907, p. 435.

雷氏所以重試前法、則亦有故。渠考淡氣之從空氣中取得者、較淡氣之從化學品中而得者略重、頗以爲奇。於是悉心研究之。先用法向空氣中取得一種純粹的淡氣。凡空氣中所含有之養氣、水蒸氣、炭氧二、種種。皆先後設法排除之。勿使與此純粹的淡氣混雜。此淡氣即盛滿於一玻璃球中、權之得若干。後又用法向化學藥品中取得純粹的淡氣、裝於同一之玻璃球中、權之得$35\frac{1}{2}$格林(grains)、較空氣中所得之淡氣輕$\frac{1}{7}$格林。雷氏頗疑從空氣中所得之淡氣、必另有他雜質與之混合、故百計謀所以離開之者。其後得化學家任默塞(Ramsay)之助、將從空氣中所得之淡氣、追令經過燒紅之鎂。使鎂與淡氣完全化合以去、所餘即氬氣也。氬之性質、與淡氣類似之處甚多、不獨不易區別之、亦極難以離開之也。惟可考者、氬氣較淡氣略重耳。然無雷氏一流人物之不憚煩勞、看區區$\frac{1}{7}$格林之不同、不啻如常人看千斤萬斤之上下、則氬氣雖至今猶未得發見。亦未可知也。毫厘絲忽固可忽視哉。(註十一)

(七)里比希(Liebig) 亦近世化學史中有名人物之一也。渠一日取得一種液體、其

(註十一)見*Introduction to Modern Inorganic Chemistry*, by J. W. Mellor, 1915, p. 99.

性質多與綠碘類似。然間有不同之處、甚以為奇、顧未暇加意研究之也、僅標題盛此液體之瓶為綠碘。略加注解、而高閣置之、以為此物可作綠碘看待也。孰知數載以後、有法人拔拉而(Balard)考得溴素之事發曉。里氏始悟向日所取得之一種綠碘、即拔氏今日所考得之溴素、因自嘆向者之漫不經心、作一種雜誌以自警。友人某某於某年某月、曾考得一種綠碘、以一時忽於所事、遂不知彼所得者非綠碘、實溴素也。自拔氏考得溴素之事發曉。某某能立刻將溴素與鐵、炭、鉑、種種化合作用賡續發刊。蓋拔氏所考得之溴素、固依然在彼肘腋間、不過誤題作綠碘耳。自此以後、某某非確有所根據、不敢妄為臆說(註十二)。

(八)「火質」之說。為德國哲學家倍歇(Becher, 1635-82)與徐塔兒(Stahl,1660-1734)二人所倡。先是哲學家柏拉圖(Plato)曾著有一說、謂大凡燃燒一物體、即有一種物質由此物體飛逃而去、觀其火光之兇猛、熱度之增高、即可證明此物飛逃、宛若爭先恐後急不及待之勢、倍氏徐氏名此物質曰「火質」(phlogiston),謂物之能

(註十二)見*Historital Introduction to Chemistry*, by T. Lowry, 1915, p. 242

生鏽、或能燃燒者、皆含有此質。方其外逃也、卽燃燒現象成立之時。及其既去也、則此已經燃燒之物體、性質遂因之完全變更。或者謂鐵生鏽後、火質既已經逃去、則其重量宜減。然適得其反、何也?倍氏意氏固執成見、復爲說以解之、謂火質之爲物、不獨無重量、且較無重量之物爲輕也。故於此既逃以後、生鏽之鐵因以加重。當時之人、隨聲附和許爲真實理由、而不復過問。直至1774年。法人拉瓦謝(Lavoisier)用天秤權錫一方、置一知重之空氣內。其後錫生鏽、加重;空氣則因錫之生鏽而減輕。但錫生鏽後所加之重、卽空氣于錫生鏽後損失之數、則錫因吸收空氣中之成分而增重之說無疑。由是『火質』之說始寢。然自雷氏(Jean Rey)于1360年倡說鐵生鏽加重之由于『吸收于空氣』至拉瓦謝燃燒原理(Theory of combustion)通過後、中間百五十年、化學上未見其發達者、『火質』之說、恐不免有阻礙之咎也。(註十三)

(九)中古時期中、『智者石』(philosopher's stone)之惑人。亦一種隨聲附和之誤。雖當

(註十三)見*Historical Introduction*, 1915 p. 26-32.

General Inorganic Chemistry, by Alexander Smith, 1907, p. 9.

日鍊金術士之一舉一動、在在皆有功於化學上之發達、(註十四) 然智者石之存在、終是一種幻想、又安從而得之。考倡此說之始祖、爲一亞喇伯人、名蓋勃巴(註十五) (Geber) 者、亦一學問深邃之人也、渠謂天地間金屬品、都由硫磺與水銀所構成、不過分量之多寡各不相同耳。金含水銀最富、尋常金屬含硫磺最多、水銀則較少。使吾人能于尋常金屬更變其硫磺與水銀之分量、則鉛銅之類、不難變作黃金也。有智者石、則此更變之舉、不難矣。此當日之一種奇談、天下學子、信仰是說、遂盡專心壹志而惟智者石之是求。直至十八世紀開始、有識之士始稍稍疑智者石之莫須有、此亦由於八百年中、鍊金術士之徒勞無益、有以警戒之也。

十七世紀中有著名醫士名范海爾孟 (Van Helmont) 者、言將水銀用智者石變作黃金、渠曾躬自爲之。其後又有一皇家醫士名海爾徽丟斯 (Helvetius) 者、著書立說、

(註十四) 見*Van Helmont's, Works*, translated by J. C. 1664, pp. 751 & 732

(註十五) 見*The Encyclopaedia Britannica*, 11th edition Vol. XI, p. 545 此人生死日期疑無可考或云爲八九世紀間人

謂將鉛變作黃金、亦實有其事。(註十六) 此種消息、自非吾人所能信從、例如置鐵器於硫酸銅($CuSO_4$)溶液內、則鐵器不久卽可具有銅器之形狀。此非設想、歷史上實有其事。當日礦工某置鐵器於泉水、未幾而器現金色。彼輩解說、則謂鐵化作銅無疑、距金已近一步。其實不過一部分鐵與泉中之銅交換作用所致。並非完全變更面目與性質也。當日之公子皇孫、往往奢蕩無度、故亟欲得變金術以救窮(與秦始皇之求鍊金術同一目的。)見學子之苦形瘁神於斯者、不憚罄囊以相助、冀庶幾門下術士有能鑄金之一日、因可任意揮霍而無所忌憚也。十六世紀中、竟有利用此時機、佯言知變金術、藉以苟圖功名富貴者。1565年、突拉奴瓦(De Lannoy)愚弄英國皇后之故事、某書言(註十七)之鑿鑿、讀之令人捧腹不置也。

當日又有迷信智者石之能使人長生不老者、能令已竭之金礦、日久復作舊觀者。種種謊談、更僕難盡、大人物如洛紂培根(Roger Bacon)亦復隨聲附和、倡言智者石之

(註十六)見*Alchemy, Ancient & Modern*, by H. S. Red rove, 1911, p. 83-9.

(註十七)見*The Shakerspears England, Alchemy*, Vol. I by R. Steele, 1915, p. 462

功用、能使百萬銅鐵、變作黃金而無所底止也。(註十八) 巴剌賽爾色(Paracelsus, 1493-1541)者瑞士人也。知智者石之終勿能得、於是立學堂、首先標榜宗旨、謂吾人治化學、非變金之謂、乃講究醫藥之意也。(註十九) 一時天下之人、望風景從。智者石之說、始稍稍湮沒而不復聞。

按科學理論愈明，則發明愈有條理，愈有把握，而偶然發見之事佔比較的少數；此所以本篇所述之例，多屬化學而少物理，以後者理論較備也。然發明雖出自偶然之機遇，亦必有柏利斯力，哪倍爾，等眼光精深平素注意細事者方能發見常人所不察。讀者幸勿以時勢之造英雄，而忘英雄之必先可造而時勢乃得造之，故本篇並絕無輕視『無意發明家』之意也。

（編者識）

（註十八）見Roger Bacon, *The Mirror of Alchemy*, 1597, p. 1.

（註十九）見*Alchemy, Ancient and Modern* 1911, p. 60.

六 發明之母（註一）

曹梁廈

西諺云、『理想者事實之母』至理名言、爲人所公認。又諺云、『需求者發明之母』蓋謂有所需求而後有發明。斯言也發明家不盡以爲然。數年前發明魚雷之愛爾蘭人勃萊能（Brennan）氏語人曰、『發明之母』什九爲倖運、以需求而發明者、殆無其事也。今欲舉確切之統計以闢其言之謬、固不可得、然可舉之例足以攻其說者亦甚多、卽以最近之俄國調查所得、已足見古諺之有徵矣。俄國自政體變革以來、日用材料之缺乏、日甚一日、於是製造火柴以廢紙代木而爲柴枝、以洗濯羊毛所餘之油脂代石臘、而爲引燃之料矣。其以需求而有發明者、如齊立金（Chilikin）兄弟之創三種攙合蔴棉之法、可使用於專紡棉紗之機。凱爾文（Kelvin）之對於航海器械、多所發明、如改良指南針、量水器及海岸燈塔等、亦由其自購航船、始知精良之器械在所必需、而後造意創製之也。

（註一）見民國十二年『科學』第八卷第一期

勃萊能氏之言、大都本其個人之經驗而發。其發明魚雷也、非先存欲於此方有所發明之意、蓋其職業本爲鐘表匠、曾於工場中見動鉋平機之皮帶、察其動作、忽有所觸、乃知機械上之作用、可有欲揚反抑之事、即欲使機器之前進、可由挽之後退而成者。彼既明此理、謀有以應用之、歷試無所成、最後乃得魚雷之意象、一旦有所悟、則其成功乃意中事也。

事實之與勃萊能發明魚雷相類者固甚多、其初必爲覺察非常之現象、或尋常所不經意之事物、而後猝然有所悟。由理想而見諸實用。然此非常之現象者、每因不愼之過失而生、如某紙廠中工人忘加膠料於紙漿、於是造成之紙不堅緻、棄爲廢物、適有人拾取之、作書其上、乃知其有吸收墨汁之性、此即吸墨紙之所由發明也。又管理石印機之工人、印刷時未及襯紙於印機軸下。故字版直接印於機軸上、留有痕跡、及加紙複印、則紙面印有字版之墨跡。紙背亦有由機軸直接印成之墨跡、適有人在旁見此甚尋常之現象、由是而有間接印刷法之發明。

有澱粉廠設於河濱、一日失火、有人發見炙焦之澱粉與水相調、有粘合性、於是膠漿

之用始大明。德國某試驗室研究實驗進行之際、溫度計忽碎裂、水銀外溢、流入辟瘟腦及他種物質混合之熱溶液中、由是成有硫酸汞、乃大可促進辟瘟腦氧化之作用、於是得人造靛青之第一步、向日之難題至此立解矣。

機會之來、出於偶然、遇善用智力者、乃能辨其有益而利用之。如孟谷爾菲(Montgolfier)於其婦因事他往時、一日親取其婦之衣而曝之、乃覺衣服爲氣所張、氣熱則有上升之傾向、及其婦歸、已見其製紙成球、放入空中、此卽爲輕氣球之發軔。

有時所觀察之現象、不必與所發明之事物同爲一事、惟其作用必有相類之處、在尋常人視之、似絕無關係者也。數年前美國倭海河商人某以所營之業不甚發達、日夜焦思、不得良策、乃赴歐洲旅行休養。渡海時見船中機器間有推進軸旋轉計數器、忽觸商店貿易之數、亦必可以機器之方法而計之、結果乃有門市記賬機之發明。西人服用硬領、僅數十年來之事、其初在1825年有鐵匠之婦、爲其夫洗濯裏衣、斯時領與衣連、式似吾國現時之衣服、彼覺衣領較之他部爲易污、彼卽開始專製衣領出售、嗣後日見推行、漸成今日之硬領。又英國兵衣肩章有鋼練者、其始亦由某軍官之婦、於

其夫出征時、曾縫綀條數行於其衣肩之下、以防不測之刀刺、果有保護之實用、後遂爲英國兵隊中正式之裝束矣。

然亦有因懶惰取巧而能發明者。在1846年、一鐵路掌開閉車軌之工人、獨管兩處信號、以來往奔走頗勞、乃取長鐵絲縛於轉軌之横杆、通於所居之室、以舊鐵椅爲錘量、於是在寒夜可得安坐室内不必出門一步、而盡其職務矣。其後爲鐵路管理人所知、責其偷惰而賞其智巧。自是而後、掌開閉車軌之工咸受其賜矣。

七 純正研究與實用(註一)

程延慶

研究科學的目的不外兩種、不是要發見新事實或創立新學說、便是要利用科學知識以解決實用問題。凡研究以發見新事實或創立新學說而不以其結果之有直接實用爲目的者、謂之純正研究(pure research)。應用已有的科學知識以解決實用問題的研究、謂之應用研究(applied research)。純正研究雖似乎是一種無實用的研究、而其結果却並不是常無實用的。本篇的目的即在表明此點。但在表明此點以前、要先舉幾個純正研究之例以示此種研究之大概。

在1895年、Röntgen 氏發見陰極射線(註二)(cathode rays)衝擊真空管之管壁或其他放在管中之物時能發生一種目不能見之射線。此種射線名爲X射線或Röntgen

(註一)見民國十三年『科學』第九卷第一期

(註二)陰極射線是由陰極表面射出之陰電子。電子是陰電之最小而不能分解的質點。陰極線由陰極表面射出時、其速度甚大。

射線。X射線是和日光相似、但其浪長大約僅等於鈉光浪長的萬分之一。陰極射線自己雖不發光、而能使陰極射線管的管壁發生綠黃色的燐光 (phosphorescence)，所以燐光似乎與X射線有關係。Henri Becquerel 氏曾研究這個問題。他把所有能發燐光的物質都細心考察了、因爲他要知道這些發光物質是否都能發出X射線。X射線對於照相片所生的效果是和日光一樣的、但X射線能通過不透光的紙、因此Becquerel 氏就試驗發燐光的物質對於包在黑紙內的照相片的影響。他發見只有一種物質能使照相片起變化、這個物質就是 potassium uranyl sulphate($K_2UO_2(SO_4)_2 4\cdot H_2O$)。此鈾鹽不獨於發燐光時放出能透過黑紙並能使照相片起變化的射線、即以在黑暗中所預備的鈾鹽在黑暗中作此試驗時照相片亦起變化。且不獨此鈾鹽能自己發出射線、即露於日光中後不發燐光的其他鈾之化合物亦是如此。由此看來、鈾之化合物所發的射線與燐光無關係、此種新射線是此等鈾之化合物中的鈾原質所發的。Becquerel氏稱此種目不能見的射線爲鈾射線 (uranium rays)、但以後改名爲Becquerel 射線。[廿三] 陰極射線或X射線通過氣體時均能使氣體成

伊洪而變為傳電的良導體、此種射線通過氣體時亦能使氣體變為導體。

Becquerel 氏發表他的發見的時候是 1896 年。因為有他的發見、Curie 夫人亦就研究所有原質中是否尙有能發Becquerel 射線者、她就知道釷原質亦有此性質。她又考察種種礦物、並發見有些礦物的放射性乃超過牠們所含的鈾鹽量。例如、有些 pitchblende 放射性大約四倍於鈾、chalcolite 的放射性超過牠所含的鈾量二倍。Curie 夫人曾由鈍淨的鈾預備一 chalcolite, 並發見此人造 chalcolite 之放射性遠不如那礦物的放射性; 由此等事實推想起來、那 pitchblende 等礦物中必含有新物質、且此物質之放射性必較鈾之放射性為强。Curie 夫人曾根據此臆說而進行實驗、此實驗的結果就是釙(polonium)和銑(註四)(radium)的發見。

(註三) Becquerel 射線中實含有三種不同的射線、即 α 射線、β 射線與 γ 射線。α 射線係帶有兩個單位陽電荷的氦原子。此等實點係由原質的原子之核射出。β 射線為電子、係由原子之內層射出。γ 射線與 X 射線很相似。此等射線的性質『科學』所載關於放射性的論文中已經說過幾次了,

(註四) 純淨的氯化銑的放射性比同量的鈾鹽之放射性强二或三百萬倍。

在1900年、Ernest Rutherford 氏起始研究釷 (thorium) 之放射性。此緊要的研究之結果、就是他在1902年和 Soddy 氏一同提創一種原子分解說(theory of atomic disintegration)。照此說、原子是一種很複雜的構造、那些有放射性的原質之原子(註五)是不穩固的、牠們能自行分解、放出Becquerel 射線、而變為新原子;所成性質不同的新原子容許亦有放射性、能再發出射線而變為他原子。例如、鈂放出一 α 射線(註六)就變為氭(niton);氭亦有放射性、能再放出一 α 射線而變為鈂A、鈂A亦是不穩固的。又能放一 α 射線而變為鈂B、鈂B又放出一β射線而成鈂C、如此逐漸變化、遂得多種之原質。現在所有放射性原質共成三系、卽鈾系(the uranium series)與釷系 (the thorium series). 從前的錒系(aotinium series)現時知道是鈾系之一

(註五)有放射性的原質之變化完全不受溫度變更的影響、故此變化不能是分子的分解。鹽類的放射性之強度與該鹽類所含放射性原質之量數成比例、而與該鹽類分子之他部分無關係。此等事實均表明放射性是原子的性質。

(註六)一種放射性原質放出一 α 射線而變為他原質後、則原子量減四而原子價減二。如放出一β射線、則原子量不變而原子價增一。

枝而已、但其由鈾系分出的情形尚是一個未完全解決的問題。照現時所知道的、此分出的情形可有兩種如次:

(1) U－1 →(α 99.92%) Ux_1 →(β) Ux_2 →(β) U－2 → Io → Ra → 等(註七)
　　U－1 →(β 0.08%) Uy →(β) Uz → Ac → 等.

(2) U－1 → Ux_1 →(β) Ux_2 →(β) U－2 →(α 99.92%) Io → Ra → 等.
　　U－2 →(β 0.08%) Uy →(β) Uz → Ac → 等.

由以上所說種種我們可以知道原質是能變換的、但此變換是原質的自己變換。至於化學家能否有法使原質發生變換、又是一個緊要的問題? Ramsay 氏曾試驗氣對於硫酸銅溶液所生的效果、他發見器具內無氦(helium), 但是有氖(neon)與氬(argon)試驗完畢後、又發見硫酸銅溶液內有很小量的鋰(lithium)。他又曾用很純淨的硝酸銅以作此試驗、用分光鏡考察時、每次能發見有鋰;但若不使氣和硝

(註七) U 係鈾之符號。Io 爲鐿(ionium)之符號。Ra 爲鐳之符號。Ac 係錒之符號。

酸銅溶液接觸、則其他試驗的情形雖完全相同、亦不能有鋰。Ramsay 及 Usher- 二氏又試驗氯對於硝酸釷溶液所生的效果、他們發見有二氧化炭發出。試驗氯對於鋯 (zirconium)、矽、鍺 (titanium)、鉛四原質之化合物的作用時、亦每次有多量的二氧化炭放出。Ramsay 氏以爲氯之作用是使銅的複雜原子分解而成與銅同屬的(註八)原質中之最輕的鋰;釷、鋯、矽等之原子亦因受氯之作用分解而成與牠們同屬(註九)的原質中之最輕的炭。Curie 夫人與 Gleditsch 曾重作 Ramsay 及 Cameron 二氏之鋰銅試驗、她們用鉑器以代玻璃器及二氧化矽器、但她們不能發見有鋰。Collie 氏及 Patterson 氏曾作種種陰極放電試驗。由此等試驗的結果看來、似乎氫受陰極射線之作用時能變爲氦及氖、使原質發生變換是一個很緊要的問題。雖有此種種試驗和他種研究、這樣一個緊要的問題當然不能算已經解決了。

以上所說的都是純正研究。其他若同位原質(註十) (isotope) 之研究(例如、放射性礦物中的鉛之原子(註十一) 量之研究、和同位原質之分開等) 及 X 射線與晶之構

(註八)週期表中第一屬。　(註九)週期表中第四屬。

造之研究等亦均爲近來很緊要的純正研究此等純正研究似乎可以表明此種研究的大概情形了。現在還要舉例以明純正研究與實用的關係。

Noissan氏曾製一個電爐（弧爐）因爲他要利用炭電極間的電弧之熱以使各種原質化合。此一種是純正科學研究而已。他又見石灰與炭同在電爐中加熱時、牠們能起作用成一種含鈣與炭的物質、又此物質和水起作用時能放出一種氣體（二炭炔、acetylene)，

$$CaO + 3C \rightarrow \underset{\text{炭化鈣}}{CaC_2} + CO,$$

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow \underset{\text{二炭炔}}{CH \vdots CH} + Ca(OH)_2.$$

此結果亦似乎只有科學上的趣味而已、但是那二炭炔燃燒時、其火燄極明亮。牠是

（註十）凡原質之化學性質相同而不能用化學方法分開、並在週期表內佔同一位置（原子數相同）者謂之同位原質。例如鐳、釷及放射性釷（radiothorium）卽爲同位原質。

（註十一）由幾種放射性礦物所得之鉛、其原子量不相同（自206.08至20.7694)、故此等鉛亦爲同位質、然鉛非放射性原質。

一個有實用的氣體、而 Moissan 氏之研究就成為製備此氣體之一個最便利的方法。電爐之製造不貴、製炭化鈣之原料（焦炭與石灰）亦非高價物、故若電力之價值公平、則炭化鈣之製造自然是經濟的。炭化鈣之製造既是經濟的、則用炭化鈣以製二炭炔當然亦是一個經濟的方法。電爐之用不止製炭化鈣而已、如石墨（graphite）及炭碩（carborundum）等亦均為電爐中之產物。電爐在工業上的緊要是大家都知道的。

當氧化炭通過熱的鎳或鐵（研成粉末的）的時候、能成一種由氧化炭和鎳或鐵所成之化合物。此是一種研究上的發見、亦似乎僅有科學的趣味而已、那知道牠亦就成了由礦石中提鎳的一個很經濟的方法。如先將含鎳的礦石加以適當的處理、並使其中的鎳成為不化合的鎳、而後使受大約十五氣壓的氧化炭通過之（溫度係80°C.）、則氧化炭就和鎳化合成炭氧化鎳〔nickel carbonyl, $Ni(CO)_4$〕、

$$Ni + 4CO \rightarrow Ni(CO)_4$$

因此那礦石中的鎳遂被提出了。所成的炭氧化鎳可把牠熱至200°C. 以使牠再分

解而成純淨的鎳與氧化炭。

$$Ni(CO)_4 \rightarrow Ni + 4CO.$$

此氧化炭又可使之和礦石中的鎳化合以成炭氧化鎳、所成之炭氧化鎳可再使之分解以得純淨的鎳。

我們知道化學原質中有所謂稀少土金族原質 (rareearth element) 者。此等原質卽爲鎌 (scandium)，鈯 (yttrium) .鋃(lanthanum,)鈰(cerium), 鐠(praseodymium), 鉫(neodymium),鎷(samarium),銪(europium), 釓(gadolinium),鋱(terbium),鉞(dysprosium),鈥(holmium),鉺(erbium),銹(thulium),鐿(ytterbium), 鎦(lutecium), 及 celtium. 這些原質的化學性很相近、所以若要把牠們分開只能用分別結晶（fractional crystallization） 等方法。因爲牠們的鹽類的溶解度不同、所以使此等鹽類由溶液中結晶多次就能把牠們分開。此等研究當然是純正科學研究、但 Auer Van Welsbach 氏在進行此種研究的時候、曾見有幾種物質在本生燈之火燄中加熱時能發明亮之光；他因此再進行試驗。最後就發見那二氧化釷 (ThO_2) 和少量

的二氧(註十二)化鈰(CeO_2)之混合(註十三)物能發最明亮之光。現在煤氣燈上的發光罩(incandescent gas mantle)即含有此兩種氧化物之混合物者、所以這個發光罩是由純正研究發生的。

直至十九世紀之中間、煤黑油爲煤氣廠中之很討厭的副產物。雖可把牠作爲燃料、用牠保存木料、並可把牠的低沸點部分用作溶媒、然此等用途並不是牠的完全的或很有利的應用。在1843年、Hofmann 氏發見煤黑油中有錏基困(aniline)，因此他就進行錏基化物(amines)之研究。在1845年、他又發見煤黑油中有困(benzene)因此就能預備多量的錏基困及類似的合物。在1856年、他的學生 William Perkin 氏在研究氧化劑對於未提煉的錏基困油的作用時預備了一個染料、這個染料他就把牠名爲 mauve。他預備這個染料後、雖然他的先生勸他仍從事於純正科學之研

(註十二)關於二氧化鈰之作用、雖有幾種學說、而尙無滿足的解釋。閱者如欲知此等學說之大概、請參閱 Rideal and Taylor, "Catalysis in Theory and Practice," 第 124 頁。

(註十三)能發最明亮之光者爲二氧化釷 99.1% 及二氧化鈰 0.9 % 之混合物。

究、他就離開學校而起始製造 mauve 和其他染料了。以後就有人仿效他的辦法、那染料之製造亦遂漸漸發達起來、所以 Perkin 氏之純正研究實是那煤黑油(註十四)染料工業的起始。染料雖是煤黑油之最緊要的產物、而從煤黑油所預備之他種有用的物品亦甚多。現在的煤黑油工業實在是很緊要、但此工業是倚賴科學研究而發達的。

從純正研究所得的實用實屬不少、但以上所說的幾種大概已能表示本篇的目的、所以不再舉例了。

(註十四)現時所製的煤黑油染料大約有九百個之多、其中約有三百個為很需要者。

八　發明家之獎報(註一)

培爾

世間最光榮者莫若青年而有無限之前途。爲科學專門學校如馬金黎手藝學校者之卒業生、其未來尤光耀可期。方吾少時、高深學校如高等學堂大學校之類、多重拉丁希臘文字而忽科學、其所成者文學家而非科學家。戰爭興、一變之。此後科學之士所佔地位必能轢古空前。夫知識、努力也。吾人今始覺察國之培養科學者、强武所極、他國至不得不襲其陳軌以圖自衞。故未來之科學家專門家、任居何國、必處卓榮之位置、此穩健之論也。君等之前途有依矣。

由燭至電。　青年可榮、吾既言之矣。然人當暮年、迴顧其一生中世界之進步、其榮幸

(註一)見民國六年『科學』第三卷第九期及第十期。原文爲培爾博士(Dr. Alexander C. Bell)在美國華盛頓馬金黎手藝學校 (Mckinley Manual Training School) 卒業班演說辭、時一九一七年二月一日也。文見美國國家地理雜誌 (*the National Geographic Magazine*)。培氏爲電話發明家、今日科學家泰斗也。　楊銓譯述

豈稍減哉。吾非以老自詡也。偶憶一老婦現寓鄱爾的莫(Baltimore)、生百有七年矣、今已入其第一百零八年、腦力未衰、心明而捷。此婦以一身記憶、可洄溯世界百年之進步。婦產于英、甚少便來美洲。其家來此之故尤足聞。父爲倫敦一批發製燭者。煤氣興毀其業。

煤氣燈今又爲電燈代。此室中固不乏曾見第一次電燈者。吾不甚老、然猶能憶世無電話之日。亦憶自動車未見之時、馬以千萬計、華盛頓當盛暑時臭同馬廄、蒼蠅不可勝數、死亡率亦高。

天下事之有趣益者、宜莫若回顧已往之變遷、溯由古及今之進化。推引此進步之線而入未來、則約略可前知、可見一己立功之域。夫由燭而油燈而煤氣燈、由煤氣而電、此一進步線也。他進步線之歸宿于電者亦衆。光與熱皆以電生、傳達思想則用電報電話、藉電復得原動力。實則吾人已入電時代。此後電機工程師將得大用又無可疑也。君輩中專電科者不患無用武之地。

由木馬而至兩輪自動車。 由馬車而至四輪自動車、此又一進步線也。與此同途、則

有足踏車之歷史。最先有所謂法蘭西木馬車、實爲一切足踏車與兩輪自動車之始祖。人騎木馬上、兩足及地、藉步履推機輪使動。未幾而舊式之「撼骨車」(bone-racker亦曰boneshaker)出、車之前輪軸上附兩踏板、而人足加其上爲動。此車廢、有兩輪車前輪極大高逾六英尺而後輪極小者代之、狀至閒雅、乘者似甚便、絕無吾人今日習見之粗態。乘者危坐車上、時或稍向後倚以防前墜、故常呈端嚴之色。繼以從後傾墜不似向前顚覆危險、遂移小輪於前大輪于後。從後墜足先着地、視向前顚以首先落者爲安多矣。未幾而有「平安足踏車」、形同「木馬」而不「撼骨」、以有橡皮輪周也。動車之力藉齒輪作用由足達輪。今日兩輪車之形無以異于是也、所異者用力不以足而以氣油發動機耳。疾馳官道速于鐵軌汽車、而乘者無舉動之勞。以吾度之、今日競車最高速率當在每小時一三七英里。

發明家之時機。　吾人無在不見以機械與非生物的動力代人力畜力、少年穎慧之機械工程師前途豈有涯涘。雖然、機械必需之燃料價日增、此前進之一障礙也。煤與油用日廣、而量有限。吾人能取煤于礦、不能復還之；能吸油出地、不能復滿之。揮資本

以供費用、吾人非燃料之敗子耶。世界油與煤之銷耗量絕大、今已去藏盡供給不遠矣。一旦油與煤告盡、吾人將何為。拾有限之水力與尚未知用之潮力浪力及從日光取力而外、所餘者徵矣。雖有木在、然樹木至少非二十五年不成。

火酒之用途。　雖然、尚有一供給燃料之源或足解此未來之難題，火酒實美潔精效之燃料。若不為飲料、其製造極廉、但不能消化甚或含毒耳。例如木火酒燃料也。可由木廠廢棄之木屑製成、玉蜀黍梗亦能製火酒、實則凡植物之能起發酵作用者皆可用、雖五穀水艸可也。吾人田舍之廢料與城市之棄物、無不可供此用。果能隨量製造火酒、則無憂燃料缺乏之矣。世之仰賴火酒或將與時俱進。工師能變通機械以用火酒者、造福宏矣。

科學進化、不盡積漸變而成、亦有驟變而隨以騰躍直前之知識進步與夢寐不及之新良藝術者。方馬克斯威爾 (C. Maxwell) 輩創光電同為以太或空間光介之波動、所異僅在波動週率之學說、世界固不期有海耳次「Hertz) 之實驗也而海氏實量放電之浪長以證前說之真、尤不期有海耳次浪能透磚牆諸暗體如光過玻璃之發

見也後來不少驚天動地之發見與其利世之應用、實基于此少數之實驗。

目見心擊。　肌肉對倫得根光綫而透明：第一次生人手骨之X光線照像出、舉世歎異，今日內外科醫士多用X光燈以觀入肉之炮彈諸物、又造具察心之擊跳與內部之動作、病者無所苦也。

今日無線電報術、亦海耳次浪之產兒也。吾輩中當不少能憶第一次救命信號由被難舟送出、瞬息之間已得遠處裝置馬柯尼器械諸舟之響應。移時羣舟蜂集難境、乘客水手咸慶生還。夫無線電之發達至速。雖明後日將有何種可驚異之發見與應用、無有能預言者。此中不少君等立功之域、欲建奇勳、莫是過矣。

無線電話。　無線電之交通、已可由發播器與接收器而得。惟接收器僅能調和使專應一種週率之電波、故其感應僅限於一定浪長之電激。今則用此原理以節制遠處之機械、進退左右大海中無人之舟楫者有之矣。其前途蓋無涯涘。此後凡手能節制之機械、當皆可於遠處用無線電爲之。

最近無線電又產一種新藝術、而無線電話由此發明。未久有人在阜金尼省阿陵頓

(Arlington, Va.) 城之無線電站與法國巴黎愛飛爾塔(Eiffel Tower)人以語言接談，不僅此也、有人在檀香山(Honolulu)竟竊聽之。由檀香山至法之愛飛爾塔爲程至少當在八千英里、約繞地球三分之一。夫不藉電線而能以電話與世界隨處之人交談、今日所成、其徵光也。

婦人推翻成理。　科學之有猝變既如上述矣。然猝變之最大者、莫過於二十世紀開幕之發見。此發見竟成于一婦人之手、吾青年之卒業女生可以與矣。吾所指者、巴黎居利夫人(Madame Curie)之鐳之發見也。

鐳既出、最堅固之質力學理皆爲推翻、一部化學書須重作、吾人對于物質結構之觀念煥然全易。此物發射光熱與電無一息停、而竟不見來源：處暗則放光、居冷室其溫度常視他物爲高、不具電機而放射。倫得根光綫據最近發見、由以物射出之X光綫蓋有多種、今已知者爲「阿爾法」(Alpha)、「培塔」(Beta)、「伽馬」(Gamma)三種、其性質各異。

以鐳之所爲而觀、頗似原子、然經時既久、鐳又裂爲他種原子、其性質與鐳迥異：鋰、其

裂後所成原子之一也、數變而後鋰復化爲鉛。古人深信金類變化之說、因思得鍊銅鐵成金之術、終于無成。今以鐳論金類變化之說未爲無根。吾人所謂原子經天演之作用、固可由迥不相同之原子裂出也。此種研究之前途如何、尙不可知、鐳之爲物仍爲二十世紀之怪物也。

渴死于大霧之中。　待研究之問題無窮、不能盡以語君等也、然當以吾所研究之少數問題爲君等言之、或爲君等所樂聞歟。吾愛華盛頓城、君輩所知也、然當夏日、吾則去之向北極行惟恐不遠。吾有夏屋在新蘇格蘭(Nova Scotia)之不列顚角島(Cape Breton Island)、於此而得新鮮涼爽之微風、爾時君輩方在華盛頓之蒸釜中受苦也。此島居民多漁人、家于紐芬蘭(Newfoundland)之兩岸。有傭于吾屋者、其兩叔皆爲岸畔之漁人。一日兩人離大舟駕扁艇理網、旣行而霧起、遂迷歸路。扁艇飄流于大洋者數日、及爲人得、則兩尸在焉:漁人蓋以暴露乾渴死矣。

在紐芬蘭岸側、漁人因迷霧不得歸舟、恆有事也。每年常于海面拾得扁艇、艇中人往往苦渴欲死。非無水也:處處皆水、而無一滴可飲。夫人而至于渴死水中、非吾人之智

力有未至耶。海中有鹽水、若能取鹽出水、則可飲矣。此一研究之題也。

凝壓呼吸中之水氣。 不僅鹽水、尙有阻君歸路之霧。霧者、新水之作雲狀者耳。若能壓霧成水、則可飲矣。此又一研究之題也。雖然、尙有一法在。吾人呼吸中皆有水氣、何不凝壓呼吸而飲之。此易爲也、但向空杯呼吸、濕氣卽凝壓杯內矣。若連爲之數分鐘、則杯底皆水。

吾嘗以桶滿貯海中鹽水、置之艇底、介吾兩膝之間。復以一約如麥酒瓶大小之空瓶置之水中、瓶浮於水面、瓶項仰倚桶邊。然後取長約一米之玻璃管、以一端置瓶中、一端置吾口、吾乃含管安坐椅上、以鼻吸氣、以口從管中出之。此法毫無所苦、吾乃能同時觀書。如是者約兩小時、瓶中積水居然足供小飲。吾輩此時或慊其少。然使海中苦渴者見之、且珍同玉液矣。吾親嘗此水、極新鮮、惟味則不甚佳、實則從吾呼吸中出故帶煙味、此不可諱者也。然乾渴欲死者何暇擇味耶。

吾又嘗試驗由霧中凝壓飲水。用一大鹽瓜襲、以兩玻璃管由木塞通入襲中。浸襲于渡頭水中、而使兩管突出水面、然後用法迫霧入一管、而以他管爲出氣之所。法于渡

頭置一風箱、繫螺狀彈簧於其兩柄之間。浮大木于近處水面、而以繩連大木與風箱之上柄、木隨浪左右上下、風箱亦隨之而動。風箱之管口實與水底空罐之管相通、故風箱一動、霧遂被迫入囊矣。如是吸霧者終夜、至次旦不輟；蓋是夜有賓客過吾居、吾意此時當客啓囊與味必不淺。居時珍重移囊至近處貨棧、既啓則滿貯淸麗之水。有英國水軍官在座、願先嘗此由霧凝壓之水。方此君張口滿飲、餘人圍繞囊側大呼曰、淡耶鹽耶。

水軍官不能答、但能作色。疾趨至窗、吐水惟恐不速。大聲曰、「鹽」。雖然、此次失敗、非方法謬誤也、不過謂他時再試驗宜用一緊合不漏之木塞耳。吾所用者有一洞、事後乃知之。

有一無意而爲之霧水試驗亦見于此島。一人失足落水、旣被救、衣盡爲海水所濕。時寒風甚厲、此人因藏身於艇中之油帳小艙。甫坐未久而蒸汽起矣。其身之熱蒸衣間海水漸成汽雲、復爲冷油布凝壓成水、沿壁流下。此新鮮水也。果以器盛之、可供一飲。不賴海而得鮮水。　大洋之舟所用飲水、皆由海水凝壓而得。吾人每以爲欲得鮮水

必先煑海水、然後以水或他種冷物凝壓之、實則不必如是也。試思地球之鮮水皆得自海、然未聞煑海也。海無論何處、無間冷熱、皆出水氣、雖冰雪且化氣矣。誠然、海水愈熱、則所出水氣之量愈多、然水氣固無在不有也。凝壓之要點、乃在以風之作用移載此水氣至冷處凝壓而成雲雨耳。發生水氣之熱不必多。而影響凝壓之冷亦不必甚。他日或由此想而成一由海製造鮮水之省費方法、未可知也。所需者、一空氣流由鹽水面以移所出之水氣、然後通此不散之流入一儲冷所、則水自凝成矣。

藏溫之水池。　果能不生火取熱、燃料當可大省。吾人于生熟一道耗費之多幾出意料之外、既得熱尤難使留。煙突所失之熱量必較能利用者爲多、此無可疑也。方吾人烹調煑水之際、復任熱由幅而果散、故不久卽冷。

吾嘗試驗由輻射散失之熱能否用絕熱體留之、其結果殊可驚嘆。製一大鉾池可貯多量之水、藏此池于一大箱。箱與池之間約空三四英寸、實以羊毛、池中溫水積久不散、竟如藏溫瓶。

然後更試利用一學生所用燈散出之熱。以兩連管由隔絕之池通出、置之燈罩上、水

可由管中流通。水爲燈熱、流入池中、池水之溫度由是增。第二次燈燃時池中之水尚有餘溫、前次所得之熱尚未全失也。第二次燈滅時池中溫度視第一次滅燈時爲高。如是者數日、熱愈聚愈多、竟至灼手。乃更試此熱能留至何時。池中溫度不時觀察、距滅燈後約一星期有餘、水之溫尚可供浴。

自此後、此隔絕之水池遂移至吾新蘇格蘭居屋之小閣中。吾有癖好于夜間作事、然後于晨二時用熱水浴。不幸屋中生熱器具此時皆冷、可得于廚中沸釜者冷水耳。吾因用鐵管連竈穴與隔絕之水池、冀可利用生火時由穴中散失之熱。今已用之一年矣、無間晝夜皆可得溫浴。吾僅用一直管、故僅能利用一小部分之廢熱。若以管圈繞穴、或用特製之器、其收效必更宏也。吾以爲人家所用熱水與禦寒之熱、皆可由燈灶之廢熱得之、不須多廢燃料。

水僅能熱至沸點、此誠一限制。然液體之能大熱而不沸者多矣。嘗取一杯橄欖油、以細鐵線連否爾塔電池熱之、油中更置一盛水之小管、未久水沸、油仍澄靜。故若用油代水、則得一貯熱之源可供一切烹飪、甚至可生汽力以動機械。

華盛頓夏日酸熱之多不可勝量。蓋日光之熱最强也。吾人之屋頂捨禦雨外亦無他用。合全城之屋頂面積廣矣。若以屋頂利用日光、但以貯油之管置之屋頂、不久卽爲日光所熱、再移油至隔絕之池而藏之、則不特可用屋上之熱、且可藉此使屋宇淸涼。

屋不能涼之理由。　某年夏吾以事羈華都、意不欲也。長日每念人智可以溫屋于冬而不能涼屋于夏、其故誠不可解。至北極寒地者暖屋而居安然無恙、而至熱帶者往往不免死亡。印度白人生子女、必歸養于英乃能生長。推其故皆熱使之也。至願君等注意涼屋問題、不特爲箇人之安樂計、公衆之衞生繫之。

吾人屋宇建築有一大缺點、屋不能大涼者皆由此故。君等當憶冷空氣重於熱空氣。若載一桶冷空氣行于夏日、涓滴不致外洩、然使桶底有隙則冷空氣盡流出矣。試觀熱帶屋宇無不於第一層屋開門。雖以冷空氣之奈雅格喇(Niagara)瀑布向此屋直傾、亦不能停留五分鐘。門窗縫隙皆其出路也。若欲尋洩漏之處、但貯水于屋、漏水之處皆是。

吾因思以冷空氣桶之原理施于吾華都居室中之一、庶幾夏日得一退避之所。據理

似宜盡閉近室底之空隙、使冷空氣不得出、盡啓室頂諸窗、使熱空氣由此出。

吾之實驗。 在吾屋底適有一游泳池。因念此池既能盛水、必亦能盛冷空氣、乃去水以研究之。池似潮潤、池牆頗覺黏濕。吾思水氣之凝必由池牆冷于入池之空氣、水氣不於較熱之處凝結也。故吾若以空氣之較吾所欲用尤冷者入池、則此氣當在池中增熱加燥、不特不凝水氣于牆、且將吸收水氣。

乃取一造冷器、中貯大塊冰、上覆以鹽。置此器於一較池稍高之室、冲空氣由石綿(aspestos) 管入池。初覺池牆漸燥、繼覺冷空氣層漸高、卒乃滅吾項。池既滿、吾乃浸處冷空氣中。涼爽之極、幾不信華盛頓人方浴汗于外也。試用梯於池中由上爬、頭甫出池面、卽吸入霉濕之熱氣。急退縮池中、復吾涼爽。

此實驗後、更于吾屋中爲一實驗。置造冷器于屋項小室。而以隔熱紙管引冷空氣降至屋中一室。室門緊閉、屋項之窗大闢。此室之溫度極爽、適約六十五度(華氏表)耳。當是時、報紙方載白宮新設冰廠、以外間溫度已達百度而總統得享八十度爲賀。此時吾屋中之溫度乃不過六十五度(最適之溫度、)且常覺空氣之鮮爽。雖使吾屋之

溫度以溫度計量與他屋同，吾室亦覺較他室涼。其故則由吾室空氣較燥、易出汗涼肌膚也。

巴黎出售冷空氣。　法國巴黎有一造冷廠、爲偪壓空氣社 (Société de l'Air Comprimé) 所設。巴黎諸餐館皆有冷室、以藏易腐敗之食物、其致冷無不藉此廠之偪壓空氣。廠用大管埋于巴黎街底、而以支管通各餐館。總站用汽機汲空氣入管、管中氣壓約視尋常大地氣壓高四五倍。百數千米之管縱橫于巴黎街底、實一大偪壓空氣貯藏所也。

餐館冷室中但啓管塞、偪壓空氣卽流入。有量氣計以量流入之空氣、按量付値。偪壓空氣因發漲而生大冷。若漲時使空氣工作、則冷效可大增、故餐館中之自動盤(英名啞待者dumb waiter)、升降機、縫衣機等、多藉偪壓空氣機爲動、以省費用。吾以爲此法若張大之、可爲全城生涼之計劃。但於室中啓管塞、卽得鮮空氣。若謹閉室底、大斂室頂、則雖盛暑、室常清涼。

郵票運人。　演說未終之前、吾尚有一事欲言。今日文明之大惡在居民多羣聚大城:

而未來大題之一則在求均播居民于各地之法。民之羣聚一隅、實由遷運爲難。行遠者費必視行近者爲多、此事理所必然也。然送信至遠處亦視近處爲費、而在美國境內兩分郵票隨處可往、有時且可行之境外。書信之至近處者常多于至遠處者、故近處郵費若較實費稍高、已足償遠處郵費之不足矣。吾欲語君等何不以郵票原理行之轉運人貨、棄與行程成比之率、而用平均率乎。今日城鎭已多用此原理。大城之中車費不以道里計、有五分錢（美金）城中隨處可至。以是故、貧者多棄租屋移居鄉野、子孫不乏擴張之餘地。社會中無級不有避囂就靜者、君不見大城邊鄉新屋日興乎。

平均轉運率之利益、實與所行之程爲幾何的比率:而可行直徑之多尤不可計。用一種平均率票通行美國全國、或非易事、然以此理施之小州、當不甚難。例如羅突島(R. I.)州之民、但付小費、州界之內隨處可行矣。車費宜極少、此實無可疑議。欲達此鵠、第一當行平均率原理、第二當力減轉運之實費。

航空代路。轉運費之大項不在車與汽機、而在其所行之路。路之消費實隨行程而

增。例如鐵道以數兆之金元築軌道、自動車無良路則爲用極微、水運所以省于鐵道轉運者、其大因則由水中不必爲舟築軌也。

吾之結論、則後來陸路問題之解決、或將以航空之發達卜之。製造載客之大飛機爲費雖不貲、然不必更造道路也。

九　爲何研究科學如何研究科學（註一）

翁文灝

說起研究科學、往往有人想到爲什麼要研究科學。有的說：研究科學只爲的探討眞理；爲學問而學問、爲研究而研究。有的說研究科學爲利益人生、增進人類之智識、卽所以改善人類之生活。這個問題雖已成老生常談、但今年（卽1925年）英國科學會（British Association for the Advancement of Sciences）會長演說猶且以此爲題、反覆討論、累數百言。中國科學方才開始發展、學者心目中此種問題恐亦不免。卽如今日南開大學科學館開幕紀念、外界觀念對於莊麗建築歡喜贊歎之餘、總不能不希望就此能夠產生一些於人生國計實在有益的結果。但是純粹的科學家聽了此說、恐有一大部份反對；以爲此等實用主義的論調、對於科學是外行的、是不明而且淺量科學的。試想中國自咸同已來、卽重洋物、卽講西學、也就是現在所謂科學設局

（註一）此文翁文灝君在天津南開大學科學館開幕時的講演，見民國十五年「科學」第十卷第十一期

印書、出洋留學;提倡甚是出力、但所謂西學者、僅視爲做機器造槍礮之學。惟其只知實用不知科學真義、故其結果不但真正科學並未學到、而且因根本不立、即做機器造槍礮之實用亦並未真正學好。而且只知讀他人之書、不知自己研究。結果譯書雖多、真正科學並未發生。例如江南製造局、三十餘年間、成書一百七十多種;其用心之勤、至今猶有人稱道以爲不可及。其間如華蘅芳諸人之盡心編譯、誠亦可敬。但試想此等事業曾否養成幾個專家、於真正科學有所貢獻?平心而論、可謂絕未發生效力、不過供人抄襲、作爲時務通考、於格致課藝一類的材料罷了。從此可見不明科學的真正意義、且不從真正研究入手、雖肯極力提倡、亦是不得效果的。所以我們講學、工科之外別有理科。工科重實用、理科重研究。理科研究又復只知探尋真理、並不問其對於人生日用是否直接有用。

但實用與學理二說似若反對、實非矛盾。科學目光固不能專注目前之利急就之功、但因科學研究之結果、對於自然公律逐漸明白、則自然界種種勢力及物類自然的容易供我們的支配與利用。設一譬喻:譬如十九世紀初英國電學名家法勒第(F.

araday)等研究電學及磁學的時候、用一張厚紙、蓋在磁石棒的上面、將鐵屑撒在紙上、振動紙片、鐵屑卽排成曲線、證明磁力的方向。諸如此類、研究完全是學理的;絕未想到後來發電機由此發明、電車電燈電報都由此發生。再舉一例:三年前天津曾有人爲他大做百年紀念的巴斯德(Pasteur)用很簡單的試驗證明空氣中有微生物的種子;微生物只能因種傳種、不能憑空的自然發生、亦是就事論事、誰也不想到現在醫學上衞生學上種種應用、因此救了無數人的性命、延長了許多人的壽數。所以科學應用往往出於意外:現在以爲有用、研究下去也許無甚結果;現在以爲無用、也許研究下去、可以生出驚天動地的結果。所以研究科學的人、不管他無用有用、也不知什麼叫有用、什麼叫無用、但只知道我可以研究的東西拿來研究。研究的結果便是研究者最高之獎賞。莫說這種純粹科學的精神是無用的、天下最大的善、莫過於能信真理、使天下人人皆能信仰服從真理、則人類和平早已實現了。天下最大的樂、莫過乎能得真理、試想科學給我們的知識、大至無外空間最大的望遠鏡所望不到的地方、小至原子電子頂强的顯微鏡所顯不出的東西、我們都能推想得到、於人生

的擴大有何等重要意義、也可說即此便是他的大用。但是也不能說純粹的科學家、是只知研究不管實用的。剛纔所說的法勒第是一位純粹學者、大家知道毫無可疑的。他在1836年曾受 Trinityhouse 公司的雇用、研究用弧光做照海燈的方法。他受極微的薪水、在驚風駭浪中辛苦工作、於身體康健大受損害、他從未懈怠、亦從未要想別的酬報。在七十歲上猶自去海邊看察。自謂但能使航海的減少危險、保全生命、便是自身無上的獎賞。這便是科學家的實用精神、科學知識便是人類的照海燈、須要照得人類平安纔見他的用處!

現在要說如何研究科學、科學學生讀的是科學教科書、教科書所教的都是前人研究已得的結果:讀了之後、——尤其是在物理學一類的科學——往往覺得各種事情都已研究完了、既已盡善盡美無以復加、從何再做新的研究?再不然便覺得天下事物浩如煙海、一部十七史、都不知從何處說起、天下事物之繁、叫我們從何下手研究呢?我們於科學初入門徑的人、恐怕都不免有這二種感想;因此徘徊瞻顧、不能進行。

研究科學入手工夫、自然各種科學各各不同、既貴有天才、又須有指導、萬不是一言可盡。知識漏陋如我、更不敢强不知以爲知。但是從個人經驗所及、或者可以對學生諸君貢獻一些極粗淺的意見、作爲參考。

我以爲入手研究的次序、大約可分三步：第一是找問題。須要先知什麽問題尙未解決、然後可以下手研究。我嘗想現在專門教科書以及高等教授——中外都說在內——都有一普徧缺點：就是只教人什麽是已知的、但不大肯說什麽是未知的。因此所以使學生生出盡善盡美無可研究的感想、不能激發他們好奇探賸的興味。但是我們當學生的——凡是研究科學者、年紀雖大也都可叫做學生——也儘可獨具眼光、用心去尋他們的漏洞。譬如學地理學的教科書上正面的說直隸省某年統計人口多少、我們就要反面的想西藏的人口沒有統計、不知到底多少。又如學重力學的、聽人說倫敦的巴黎的重力加速度是多少、我們便要問他是否知道天津的是多少。凡是未知的問題、都應該也是可以研究的。

第二步就是找方法：有了問題、須要想方法去解決他、有的問題是可以用現成方法

解決的、那最容易、把已知的方法去研究未知的東西、一來就有成績了。也有的問題現成方法不甚適用、須要因時制宜、或因地制宜、加以改良的。那便要研究如何改良、如何適用、便已引上研究的路了。更有的問題須要想新方法來解決的、如果能想得出、便是更有價值的發明了。

第三步——也許就是第二步的變相——是找材料：研究一個問題、第一要知人家對於這個或與他相似的問題曾否研究、結果怎樣；所以參考書是不能不充分的。科學書的做法大抵淵源有自、徵引有據、所以我們從這書便可引到那書、逐一尋去、參考的書就完備了。這是一種材料。研究一個問題往往須要取得研究的東西。譬如研究動植物須要先採動植物的標本、研究物理化學也要有適當試驗的物質。這又是一種材料。再加試驗的儀器、也須一一設備、所以材料的設備便成了研究科學的要素、也就是現在科學研究不能個人的閉戶獨修必須設立專門機關的理由；但是設備的次序儘可照研究的需要次第做出。有一部份人以為必先有完全的設備、然後可以着手研究。我以為必先有研究的題目、研究的方針、然後儘必要的或有益的範

圍內極力設備、方能容易成功、事半功倍。否則不問是否有用。是否能用、樣樣都要設備、到那一天纔算完全呢？

照以上次序做去、是否就能做到科學發明、得到重要貢獻呢？當然不能完全保險。須知科學發明不是輕易的事、得些新的貢獻亦非十分容易。而且科學愈進步、發明愈難了！試讀西洋科學發展的歷史、在十八世紀之末及十九世紀之前半期、科學界草萊初闢、光燄萬丈、從極簡要的事實便得極重要的發明。譬如見水沸而知蒸汽的力、因蘋果落地而悟重力之理、雖是過份說的簡單、但在現在科學眼光看來、總也覺得是很便宜的事。拿愛恩斯坦相對論的證明來與牛頓的重力律來比較、難易繁簡、相去得多少！就是起頭所說的法勒第巴斯德一流的試驗、在現在看起來、亦豈不是十分簡單？容易工作既已作去、現在的工作便要繁難了。所以由今思昔、覺得當時真是科學發明的黃金時代！

但是我請諸君不必以錯過了黃金時代自餒。現在的問題固是愈難、現在的方法却是愈精、所以我們的研究能力亦是愈大。況且我們中國真叫作地大物博、各種事物

未經科學方法研究者很多很多、一經研究必有所得;凡有新得卽是貢獻。所以我們卽使不承認還在科學發明的黃金時代、我們也不能不慶賀尙在科學發明的黃金世界。

我們不聽見近年美國博物院亞洲調查隊在外蒙古研究古物的成績麽?許多人都說他們三年調查的結果、勝如歐美數十年的成績。說是我們中國人的研究、記得去年中國地質學會開年會的時候、有北京大學及地質調查所人員的許多論文、有一位法國地質學會的副會長聽了、告訴我說:我們法國地質學會三年的貢獻、也沒有你們這一年的多。這固然是他太恭維了、但也要有些實在。所以然的理由;並不是我們的研究能力高、實因爲我們的材料太多太好太容易了。歐西二萬分之一的地圖都已做得不少、我們的整座的大山還沒有調查過的。所以研究材料俯拾皆是、就是所謂科學發明的黃金世界了。

用這一種眼光、或者可以許我推己及人、添別種科學來上一個找問題研究的條陳。我們不是想物理學理論高深方法精密、一時間不容易做什麽新的研究麽?但如果

從地域觀念着想：在中國黃金世界裏找題目、那就容易了。姑且舉一個我所想到的例：從前人想地面上各地重力的加速率是跟緯度高度定的。既知某地的緯度高度、便可算出他的重力。便是精密測量的結果、却往往與算得的數目不同。二者都很可靠、其間的差異乃是另有一種極重要而從前設想不到的現象、就是地殼的疏密輕重各處不同、而且大致是高山區域疏而輕、大洋區域密而重。但是在中國這麼大的地方——除了印藏交界的喜馬拉耶山以外——究竟是否如此、抑另有別的變化、至今沒有測驗過、這豈不是現成的一個很好問題麼？我提出這個問題、並不定認他是物理學上最重要的一個——物理學我是不很高明的、——但由此可以說明雖具普遍性質如物理學的科學、也可以用地域關係幫助我們來找問題。而且這是於地質學極有關係的、所以格外關心、那就所謂三句不離本行了。

至於其他科學地域關係更深了、如生物學之類、機會更多、可以不必一一盡說。

諸君須知黃金世界是人人羨慕人人要想利用的。所以中國的科學材料我們自不利用、外國科學家就來利用了。各國每年來華的探險隊調查團、後先相接、是來作什

麼的？就是因爲中國是科學發明的黃金世界、都來叨些光罷了。從世界科學的眼光看來、學術無國界、我們應該歡迎他們來早些發明尙未發明的寶藏、促進人類知識的進步。但是就中國人的地位着想、我們自己的材料、自己的問題、不快快的自己研究、以貢獻於世界、却要勞動他們外國人來代我們研究、我們應該感覺十二分的慚愧、應該自加十二分的策勵。

以上所說、都是很粗淺的話、我的意思無非想要鼓起科學學生奮起研究之熱心、我們須記着眼前科學上未開闢的荒地尙是甚多、專待我們來耕耘來收穫？我們應該大家努力！

第五編　科學應用

一　科學與教育(註一)

任鴻雋

余曩作「科學與工業」、慮世人不知科學之效用、而等格物致知之功於玩物喪志之倫也、爲之略陳工業之導源於科學者一二事、以明科學致用之非欺人。雖然、科學不爲應用起也。赫胥黎有言曰、「吾誠願「應用科學」之名之永不出現於世也。自有此名而學者心中乃若別有一種實用科學智識在「純粹科學」之外、可以特法捷徑得之、此大誤也。所謂應用科學者無他、卽純粹科學之應用於某特殊問題者是矣：卽純粹科學本觀察思辨而發見之通律所推衍之結果也。……凡今製造家所用之方術、不出於物理、則出於化學。將欲進其術、必先明其法。人非久習於物理化學之實驗、從純粹科學之簡練、洞悉其定律、而心慣於事實、而欲明製造之法、收改進之功、其道無由。」(註二)由斯以談、應用者、科學偶然之結果、而非科學當然之目的。科學當然之目

(註一)見民國三年「科學」第一卷第十二期。

的、則在發揮人生之本能、以闡明世界之眞理、爲天然界之主而勿爲之奴。故科學者、智理上之事、物質以外之事也。專以應用言科學、小科學矣。吾懼讀者之誤解吾前文也、故復以此篇進。

科學於教育上之位置若何、此半世紀前歐洲學者辯論之點也。賴諸科學大家如斯賓塞爾赫胥黎之流、雄文博辯、滔滔不絕：又科學實力之所亭毒、潮流之所趨赴、雖欲否認之而不能。科學於教育之重要、久已確立不移矣、其在今日、科學之範圍愈廣、其教育上之領域亦日增。設有人焉、居今之世、猶狃於中古之法、謂教育之事、唯以讀希臘拉丁之文、習舊約神學之書爲已足者、彼方五尺童子知唾其面矣。還顧吾國、科學之眞旨與方法既尙未爲言教育者所深諳：而復古潮流之所激蕩、乃有欲復前世呻唔呫嗶之習、遂以爲盡教育之能事者。此其結果所及、非細故也。余不敏、請引據各家之論證、以言科學於教育之重要。

謂教育之本旨、在『自知與知世界』(to know ourselves and the world) 者、此阿諾

(註二)見赫黎胥演說『科學與淑身』(Science and Culture)。

爾特 (Matthew Arnold) 之說也。其達此本旨之術、則曰『凡世界上所教所言之最善者吾學之』(to know the best which has been taught and siad in the world)。(註三) 阿氏此說、曾為赫胥黎所詰駁。赫氏以謂阿諾爾特之所謂所教所言之最善者、文學而已。於是鄭重言之曰、『當今時代之特彩、乃在天然界知識之發達』 故無科學智識者、必不足解決人生問題矣、

雖然、阿氏固文士、而其言教育本旨、則仍主乎智。既主乎智、其不能離科學以言教育明矣、第阿氏之所主張者、科學雖善、不足與於導行審美之事。導行審美之事、唯文學能之、故文學與科學之於教育、乃幷行而不可偏廢。是言也、科學者流亦認之。赫胥黎之言曰、『吾絕不抹煞真正文學於教育上之價值。或以智育之事、無待文學而已完者、誤也。有科學而無文學、其弊也偏。與有文學而無科學、其弊正同。貨寶雖貴、若積之至反側其船、則不足償其害。若以科學教育造成一曲之士、其害有以異乎。』(註四)

(註三)見阿諾特爾論文『文學與科學』(Essay on Literature and Science)。

(註四)見赫胥黎演說『科學與淑身』。

於是吾人當研究之兩問題焉。第一科學果無與於導行審美之事乎。第二導行審美之事果唯文學能之乎：若曰能之、必如何而後可。

欲研究第一問題、當先明科學之定義。余前作『說中國無科學之原因』曾略爲之界說矣曰『科學者、智識而有統系之大名』更證以賀默（Homer）之評論家伍爾夫（Wolf）之言曰、『凡有統系而探其原理之教訓、吾皆謂之科學的。』蓋科學特性、不外二者：一、凡百理解皆基事實、不取虛言玄想以爲論證。二、凡事皆循因果定律、無無果之因、亦無無因之果。由第一說、則一切自然物理化學之學所由出也。由後之說、則科學方法所由應用於一切人事社會之學、而人生之觀念、與社會之組織、且生動搖焉。今夫水、分之則爲氫氧二氣。蠟、燃之則生水與無水炭酸。地球之成、始於星雲。人類之祖、原爲四足曳尾之猨猱。蘋菓之落、以物體之引力也。氣球之升、以兩質輕重之相替也。聲之行也、以浪。電之傳也以能（energy）、此皆屬於物質界律以科學定理、所莫能遯者也。乃觀科學之影響於社會者則何如。人皆知達爾文物競天擇之說出而人生思想生一大變遷也、而不知達氏之說、乃導源於馬爾秀斯（Malthus）之人口論

(Essay on Population)。人口論之大旨、謂人口之增以幾何級數、而食物之增則以算數級數、食之不足供人而不可無有以阻人口增加之率者勢也。阻之出天然者、曰饑饉、曰疫厲、曰爭奪相殺。文化既進之國民、嘗思以人治勝天行、則爲之禁早婚、節生育、是曰人爲之阻抑。馬氏反對戈特溫(Godwin)之樂觀主義、(註五)以爲人生究竟、不歸極樂、烏託邦理想終不可達、爲之鈎稽事實、抽繹證例、以成此不刊之論。蓋與亞丹斯密司(Adam Smith)之『原富』(Wealth of Nation)、各究生計之一方面、而同爲生計學不祧之祖也。達氏取其說而光大之、推及庶物、加以無窮之例證。其風靡一世宜也。說者謂馬氏之論、文學而非科學耶。吾謂凡文之基於事實而明條理因果之關係者、皆可以科學目之。而社會科學中適用科學律令之最多者、又莫生計學若。今請以一例明之。生計學上有一最奇之現象焉、則每近十年而金融界上生一恐荒是也。生計學者對於此現象之犂然有序、若風之有候也、則相競爲科學上之解釋。其最奇者乃謂金融界之恐慌、與日中黑子相關。蓋以金融界之恐慌約十年而一現、日中黑子、亦

(註五)戈特溫著有『政治正誼論』(Political Justice) 及『疑問者』(Enquirer) 諸書。

約十年而一現、而二者出現之年亦先後略同：則安知非此日中黑子、影響於吾地球上之氣候、由此氣候之變易而生年穀之豐歉、年穀歉獲乃爲一切製造懋遷不進之原、而恐慌成矣。近有科侖比亞大學生計學教授某者、求恐慌之原於雨暘爲之統計數十年氣候之記錄、較其雨量之多寡、既得、則歡忻鼓舞以告於衆曰吾得恐慌之真因矣。要之、社會人事、原因複雜、執其偏因以釋其全體、無有是處、然亦可見科學精神、與因果律令、無在不爲學者所應用也。

不甯唯是、科學之研究、有直接影響於社會與個人之行爲者。請以外斯門 (Weismann) 之論遺傳性爲證。外斯門者、德之生物學大家也。其論遺傳、主張胚遺論 (Thery of Germ-plasm)。其說以爲父母之性質、遺傳於其子姓也、唯能傳其生前之本有、而不能傳其生後之習得、此說近於達爾文之物種變異論 (Theory of Variation)：而與拉馬克 (Lamarck)（註六）之說、謂凡得於生後之新性、可傳之後裔者、則正相反。要之、外斯門之說、謂天性相傳勿替者、雖尙待論定；至其謂習得之性、不能遞傳、則證據充

（註六）拉馬克（1744—1839）法之大自然學家、發明生物變種四律、與達爾文齊名。

確、似可無疑、使外氏之說而果確也、則吾人道德行爲之判斷、與社會對於個人之義務、皆當由根本上生一大變革、如使教育法律之積效、不足變易劣種而使之良也、如使優劣兩種之媾合所得之子姓、其進種之功、不足掩其退種之害也、則吾人對於教育慈善諸事業之態度、當爲之一變。吾人方今對於此等問題之判斷、出於個人感情者大半、其純從科學律令爲社會將來計者蓋鮮矣。

科學教育之關係於社會問題者、既如此、乃觀其影響於個人性格者則何如。達爾文謂其友曰、『吾無所用於宗教與詩。科學研究與家人愛情、吾生平樂享不竭矣。』達氏天生自然學者、其用心專一、幾凝於神、固不可與常人相提幷論。實則真有得於科學者、未有於人生觀反茫然者也。吾欲舉法勒第(Faraday)(註七)之致書老母、何其款然孺慕、皐婁(Wohler)(註八)之與朋友交、何其藹然可親、而人將疑一二例外、不足以概其全、則請試言其理。凡人生而有窮理之性、亦有自覺之良、二者常相聯係而不

(註七)法勒第電學大家、見『科學』第一卷第十一期電學略史及科學與工業篇。

(註八)皐婁(1800—1882)德之大化學家、有機化學之鼻祖。

相離。謂致力科學、不足『自知與知世』者、是謂全其一而失其一、謂達其一而犧牲其一也：要之皆與實際相反者也。人方其冥心物質、人生世界之觀、固未嘗忘、特當其致力於此、其他不得不暫時退聽耳。迨其窮理既至、而生人之情、未有不盎然胸中者。於何證之。於各科學之應用於人事證之。方學者之從事研究時、其所知者眞理而已、無暇他顧也。及眞理既得、而有可以爲前民利物之用者。則蹶然起而攫之、不聽其廢棄於無何有之鄉也。而或者謂好利之心驅之則然。然如病菌學者、身入疫厲之鄉、與衆竪子戰、至死而不悔、則何以致之、亦曰研究事物之眞理、以竟人生之天職而已。是故文學主情、科學主理、情至而理不足則有之、理至而情失其正則吾未之見。以如是高尚精神、而謂無與於人生之觀、不足當教育本旨、則言者之過也。

復次言科學無與於審美之事者、謂人生而有好美之性、而美感非瑣瑣物質之間所可得也。吾嘗聞人言科學大興之後、而詩文將有絕種之憂。竊謂不然。美術無他、卽自然現象而形容以語言文字圖畫聲音者是矣。吾人之知自然現象也愈深、則其感於自然現象也亦愈切、濯爾登(Jordan)之言曰、『吾人所知最簡單之生物、較吾合衆

國之憲法猶爲複雜。」湯姆生(Thomson)曰、「蟻之爲物至微也、而其身體構造之繁複、乃視蒸氣機關而有過之。」達爾文之言曰、「世間最可驚異之物、莫蟻腦若。」而物理學家之告人曰、「輕氣一元子之構造、自其性質言之、蓋類諸天之星座。其電子之樊然游動於一元子中者、蓋八百有餘云。」此自天然物體構造之美言之也。自其關係言之、「蝨居頭而黑、麝食柏而香。」此嵇叔夜之言也。蟲變色以自保、蛇響尾而驚人、此近世博物學家之言也。如使吾人望海若而興歎、風舞雩而詠歌、絕不因吾知海氣之何以成蜃樓、與山腹之何以興寶藏、而損失山海自然之美也。人能明知牛頓之解釋虹(註九)霓爲殺詩人之風景、而無如沃慈沃斯(Wodsworth)(註十)之得說法於石頭何也。

上節所言、蓋謂科學之於美術、友也而非敵、今請更以事實證明之。美術之最重者、孰有如音樂者乎。吾國自來無科學、而音樂一道乃極荒落、終至滅絕、何也。西方音樂之

(註九)見「科學」第一卷第十二期說虹。

(註十)沃慈沃斯英十九世紀之大詩人。

推極盛、乃在十九世紀、亦以科學方法既興、於審美製曲之術乃極其妙故耳。卽彼邦文學之盛、又何嘗不與科學并驅。英之沙氏比亞尙矣。十九世紀之詩人、如英之沃慈沃斯、丹尼生(Tennyson)本斯(Burns)拜輪(Byron)、德之苟特(Goethe)海訥(Heine)、法之嚣俄(Hugo)、皆極一時之盛。而苟特自己乃植物學大家、且於生物學中發明生物機體類似之理、而爲言進化者所祖述者也。返觀吾國之文學界、乃適與音樂同其比例。科學固未興、文學亦頹廢。間有一二自號善鳴、如明之七子、淸之王宋施沈、亦所謂夏蟲秋蚓、自適其適:方之他人、著作等身、蔚然成家、何足選也。

以上所陳、但就所不足於科學者言之、以見教育之事、無論自何方面言之、皆不能離科學以從事。若夫智育之事、自科學本域、言教育者當莫能外、無容吾人之重贅一詞。今當進論吾之第二問題:卽導行審美之事、唯文學能之乎。如曰能之、當如何而後可。文學者、又統泛之名詞也。泛言之、凡事理之筆之於書者皆得謂之文學。故論辨辭賦小說戲曲之屬文學也、而歷史哲學科學記載之作亦文學。乃今所言、對科學以爲說、則當指其純乎文章之作、而科學歷史之屬不與焉。大抵文學之有當於教育宗旨者、

不外二端。一、文法、文法者依歷久之習慣而著爲遣詞置字之定律也。及其既成、則不可背。習之者辨其字句之關係、與幾何之證形體蓋相類。故西方學者皆謂文法屬於科學、不屬於文學。吾人則謂其爲文詞字不中律令者、其人心中必無條理。故文法之不可不講、亦正以其爲思理訓練上之一事耳。二、文意。文意者、人生之意而文字之所達者也。科學能影響人生、變易人生、而不能達人生之意於此領域中、惟文字爲有權。然吾人當知文字之有關於人生者、必自觀察實際、抽繹現象而得之、而非鑽研故紙、與玩弄詞章所能爲功。吾國周秦之際、學術蔚然。以言文章、亦稱極盛、以是時學者皆注意社會事實也。漢唐以後、文主注釋。宋明以後、則注釋與記事之文而已：不復參以思想、亦不復稽之事實。故日日以文爲教、而文乃每下愈況。思想既窒、方法既絕、學術自無由發達。卽文學之本域、所謂以解釋人生之本意者、亦幾幾不可復見：猶審美性質、猶未全失耳。烏乎、自唐以來、文人學士、日囂囂然以古文辭號於衆者、皆於審美一方面致力耳。至所謂『道』與『學』者、彼輩固不知爲何物、亦不藉彼輩以傳也。是故今日於教育上言文學、亦當灌以新智識、入以新理想、令文學爲今人之注釋、而不徒爲

古書之象胥、而後於教育上乃有價値可言。至於一切古書、亦用以此意讀之、乃不落歐洲中世紀人徒讀希臘拉丁之故步矣。

要之、科學於教育上之重要、不在於物質上之智識、而在其研究事物之方法:尤不在研究事物之方法、而在其所與心能之訓練、科學方法者、首分別事類、次乃辨明其關係、以發見其通律。習於是者、其心嘗注重事實、執因求果、而不爲感情所蔽、私見所移。所謂科學的心能者、此之謂也。此等心能、凡從事三數年自然物理科學之研究、能知科學之真精神、而不徒事記憶模倣者、皆能習得之。以此心能求學、而學術乃有進步之望。以此心能處世、而社會乃立穩固之基、此豈不勝於物質智識萬萬哉。吾甚望言教育者加之意也。

二 科學與德行（註一）

唐鉞

科學者求真之事、德行者立善之名：其塗術不同、其的鵠亦異。篤而論之、二者實無因果之可言。細之爲小己、大之爲國羣、其學識高者其道德未必進。此察諸尋常人事而可見者也。然生人之業以成德爲歸宿。苟可以助進吾德者、雖至微之事物、猶當羅致而利用之。科學固無直接進德之效：然其陶冶性靈培養德慧之功、以視美術、未遑多讓。彼圖畫之莊嚴、樂歌之和美、世之士夫無不知取爲涵泳德性之助：而於科學養德之功、則在將信將疑之際。則此篇之作、殆非無病之呻。若以爲溺愛科學、恣爲夸張、則科學真值在於描寫自然、鈎索真理：縱其於進德之事、無微功之可論、科學之爲科學固自若也、奚待尺幅之頌詞以增其聲價哉。且科學之運、無乎不在。讀者深造而自得之、以驗吾言之信否、可矣。以科學求真之法、覘科學進德之功、是亦天下之至樂也：人亦何憚而不試乎。

（註一）見民國六年『科學』第三卷第四期。

『顏氏家訓』稱『文章之道、標舉興會、發引性靈使人輕伐』夫豈獨文章而已、其他美術亦如是矣：特不若文辭爲甚耳。何則。美術之爲物、不若科學之憑據確鑿可以衡量。美術家文學家以其標準之難明也、每有各美其美之趨勢。方其暫得於己、快然自足、莫不以爲已之佳製足以驚風雨而泣鬼神：而持示同道之人、則以爲不值一錢者往往而有。科學則不然。一例之真妄、一說之廢興。待事實以爲驗、非絲毫私意所能羼乎其間。惟其不能逞臆爲談。是以不至悍然自足。科學家如牛頓、亦云偉矣：而有真理浩如煙海、所得不過海灘石卵之嘆。故科學之潛移默化、能使恃氣傲物之意泯滅於無形。此科學之有裨於進德者一也。

『大學』言正心誠意而推本於格物致知。是說也、驟觀若迂闊而實有至理存焉。吾國孝子有親病而刲股合藥以進者。夫人身皮肉、難保無病菌存乎其間。以食老病之人、殆矣。且不諳脈絡、操刀妄割、設有不測、勢必震驚病者而其疾且以加篤。以是爲孝、其心誠可敬、而其術則已疏。更一披往史、則以宅心公正之人而爲誤國殃民之舉者時時有之。惟不學無術、故雖正心誠意、不致祥而致殃。是故小之一身一家、大之邦國世

界、無論所舉何事、必格物窮理之術精、而後爲善者知其方、施政者探其本、去頭痛治頭脚痛治脚之勞、收種瓜得瓜種豆得豆之效。近世交通衞生通商惠工諸政之條理粲明、成效昭著、非科學之力焉能至此。此科學之有裨於進德者一也。

科學以求真爲惟一之天職：故浸漬之者久、則寶愛真理之心油然而生。科學家之未得真理也、不避艱險以求之：其既得之也、不避艱險以守之。方其求索之時、察觀試驗、惟日孜孜：不以常見測、不以臆想擬、步步踏實、期得事理之真相而後已。真積力久、其精神見於修己接人之間者則爲處事以愼、爲出言以誠。法勒第自謂自潛心科學後、議事論人每不敢輕下斷語。是其效也。及其真理既明、證據確鑿、則敷布宣揚、不遺餘力：非聖無法之名所不避、縲絏鼎鑊之酷所不辭。孛路哪（Giordano Bruno）以主張柯波尼克天文說及其他哲理新論、至爲羅馬教會焚死而不悔。加里雷倭以昌明地動諸說備受酷刑、志不少挫：卒以耄年癃病不堪酷刑、始認自懺。然其堅忍之力、已足振衰起懦矣。惟其科學精神磅礴鬱積、故能寶貴真理以忘其身、爲近世文明之先導。此科學之有裨於進德者二也。

餘杭章氏之作『四惑論』也、太息痛恨於今世之侈言公理『以陵藉個人之自主』而盛稱『莊周所謂齊物者非有正處正味正色之定程、而使萬物各從其好』爲持世之極軌。是則不認有公理矣。然異日章氏之論『公言』也、則曰、『夫物各緣天官所合以爲言、則又譬稱之以期至於不合、然後爲大共名也。雖然、其已可譬稱者、必非無成極而可恣膺腹以爲擬議者也』是則認有公理矣。何其言之前後相反也。蓋前者之所謂公、特教士政客輩以己意律人者之言而後者則所謂科學定理也。然公理一也而見諸人事者、往往爲小我（或一身、或一家、或一國皆是）之異所羼雜、人各以其所私爲公、而公理遂爲天下裂。**此其弊惟科學爲能救**。科學者、以客觀之事理爲題、不與宗教政治之參術主觀見解者同科。雖科學者所持學說間有不同、然學說者其過渡、非其終點。終點維何、事實是已。科學事實、如萬有引力律之類、爲科學者之所共認、而亦一切楕顚方趾之倫所同認者也。是故科學定理、以人類爲公。人惟於此有所浸潤、而後服從公理之心切而一切以私見爲公理、與夫不認有公理之蔽可以祛。個人服公之心切、斯社會團合之力强。**此科學之有裨於進德者四也**。

科學者、以因果律爲其基本定理。石之轉、水之流、花之乘風、果之墜也、非偶然也：必有其因焉。水旱之洊至、疾疫之不時、風敎之陵夷、民生之憔悴。非氣運也：必有其因焉。是無無因之果之理也。使當國者知此、必將去塗飾耳目之計而致力於善政明民。使立身者知此、必將息馳騖聲華之爲而篤專於進德修業。某天文家告人曰、『吾人一舉手一投足、而地球之運行爲之變異』是無無果之因之理也。嗟夫、使劉禪知此、則乃父『勿以善小而不爲、勿以惡小而爲之』之言當較有提撕警覺之效、而蜀之亡或不若是其速也。觀於今世士夫明知時事艱難而引避不顧、託一木大廈之言以自庇、而不肯盡匹夫之責者往往而有：則知此理不明、斯個人之責任心無由奮發。雖因果之律非科學之所獨、其見諸尋常日用之間者隨地可察：然惟得科學之精意而後見之深切著明、於以絕苟得倖免之心、而養躬行實踐之德。此科學之有裨於進德者五也。

盲從冥動者、下等動物之事。人類則不然：一舉一動、必求其所以然。置一中人於此、使其爲某事而不告以故、則彼必不從：欲其從之、則非威迫勢劫不可。夫人當爲善者、古

今中外之通行、而其所舉以爲根據者殊。或託神權、如謨罕默德是已、或尊天理、如宋儒是已。卒之其說模糊影響、無可徵實。法哲學家孔特(Auguste Comte)謂人智進化衔三級律。其解釋事理也、始以神學(Theological)、繼以形上學(Metaphysical)、終乃實證(Positive)。實證者、謂止於科學的根據也。自生物學實證羣性爲保種之要件及其他事實以來、人知道德律令乃自然律令、既非聖人之製作、亦非上帝之權衡、而道德乃有科學的根據。唯其有科學的根據、而後人生循理處善出於心悅誠服、而非由外鑠我。此科學之有裨於道德者六也。

近世歐美人道勢力日就衰微、篤舊者大有世道交喪之慼、而其所最爲擔憂者實惟科學家、以其不信神道也。是固杞人之憂、而爲識者所不屑道。雖然、人之德業固非必賴神道教律以爲維持、而欲其勇猛精進、則非有高尙情操爲之陰驅而潛率不可。欲收信仰宗教之利而又無迷信神道之弊者、其惟科學精神所蘊釀之情操乎。密勒爾(H. B. Mitchell)之言曰、『方吾人之探究自然抑生命之自體也、其心在在爲當前事物之浩瀚瑰瑋所纏著。時間如此其悠久也、空間如是其無窮也、大宇能力之摩盪

迴旋如是其猛厲也、自然界之積蓄變化如是其無限也、有機生活之形式如此其繁衍也、與夫天演之運行如此其雍容可必也、自然之律例如此其一成不易也、其所以啓迪吾人之神識、以領納新思想新感情者、日進無已。吾蓋視之爲宗教感情之範式；度亦其他多數科學者之所同然者也。從吾界說、則宗教者非他、即亥葛爾(Hasckel)之所謂「世界的感情」(Cosmic Emotion)是已。海爾姆霍次(Helmholtz)之言曰、「吾視聲明文物爲常進常存之完體、其年壽永永無極。此種思想(雖吾年少時未嘗有)、實爲玉我於成之最高旨趣。吾之所餉於知識界者雖微、然以其爲長存之人類效力、故其服務乃有神聖氣象。服勞之人、覺其身與人類全體之間有愛情爲之聯繫、而其勞勣因而莊嚴。雖從理論上領會此情、夫人而能、然欲其成爲發強貞固之動力、則非歷久體驗、其道無由」。二公皆科學家、而其言如此、則知科學所養之高尚情操、其至誠懇摯不亞神教之所蘊釀、而明通公溥無所凝滯、則過之。其所以使學者發民胞物與之情、而舉仁民愛物之實者、有自來矣。此科學之有裨於進德者七也。

吾述科學助進德業之方如此。讀者將以爲吾愛而不知其惡、肆爲溢美之辭。揣讀者

之意、必曰『科學進德之力大驗未聞、而其敗德之害則所關至鉅。請以生物學言之、自達爾文倡物競天擇之說以來、德士尼采(Nietsche)張之、造爲扶强抑弱之說、其崇獎强權、不啻爲虎傅翼。滅絕人道、莫此爲烈。且科學家立說豎義、悉主前定之說(Determinism)、意志不得自由、損人類責任之心、使道律失其根據、而放僻邪侈之夫有所藉口。由斯以談、科學敗德之罪、過於其進德之功遠矣。今獎飾逾揚若此、是亦不可以已乎。』

應之曰、微論物競天擇、非生物界惟一之公例也。縱使其然、亦非强權者所得援爲口實。蓋人類一方爲自然勢力所驅率、一方復具驅率自然勢力之能、非真『不識不知、順帝之則、』與草木昆蟲埒也、赫胥黎有言、『治化愈淺則天行之威愈烈。惟治化進而後天行之威損。理平之極、治化獨用而天行無權。當此之時、其宜而存者、不在宜於天行之强大與衆也。德賢仁義、其生最優。……排擠蹂躪之私化而爲立達保持之隱。斯時之存、不僅最宜者已也。凡人力之所能保而存者、將皆爲致所宜而使之各存焉。故天行任物之競以致其所爲擇、治道則以爭爲逆節、而以平爭濟衆爲極功(見嚴

譯赫氏天演論羣治篇）明此意、則以達說奬强權者可以息喙矣。若夫前定之說、則主張之者何止科學家。孟子謂民『逸居而無教則近於禽獸』又云『聖人治天下、使有菽粟如水火。菽粟如水火、而民焉有不仁者乎。』是倫理家之主前定說者也。『禮』曰『悼與耄、雖有罪不加刑焉』而近世法律亦不罪白癡。是法律家之主前定說者也。夫倫理、法律、以意志自由爲根據者也、而施教行法、猶不能不採前定說。其他人事、更無論矣。誠以事理萬端、各有攸當。使科學而不主前定說、則是疾可不藥而癒、饑可不食而療、而一切自然大例永無發見之價值矣：有是理乎。至於以前定說概論一切道德問題、自是濫施是說者之罪、於科學乎何尤。

或者曰、『甚矣子之張科學也。信如子言、則科學之爲物有百利而無一害乎。』曰。是何言歟。夫水火至利民用者也、而有時殺人。仁義至美德也、而徐偃王以亡其國。天下事物、在爲之用之得其道與否耳。科學何獨不然。有因科學而進德者、科學不任受德。有因科學而喪德者、科學亦不任受怨。凡吾所爲覼縷者、不過欲人之利用科學以爲進德之資耳：非謂朝研科學夕成善人也。吾儕生當科學昌明之世、縱其無益於修身、

猶當爲養求真之精神、從事涉獵；矧其有益而交臂失之、殆非智者之願爲。世有深思之君子、當不驚怖吾言以爲猶河漢而無極也。

三 科學與實業（註一）

任鴻雋

有人問：『我們中國人和歐洲人程度相差有幾多呢？』我答：『至少有三百年。』這個話怎麼講呢？歐洲科學未發明以前、他們的學術思想社會情形、也同我們現在的中國差不多。有了科學過後、纔有他們那些天文地理物理化學的學問。有了這些學問、纔有那機械製造輪船火車電燈電話的新發明。所以講到近世歐洲的文化、簡直可以把這科學的出世、作爲一個新紀元。這新紀元開闢以來、算到如今不過三百年罷了。如今先要講科學究竟是個甚麼事體。

我們要認識一個人、不但要知道他的姓名、並且要知道他的來歷。兄弟今天要說科學是個甚麼事體、自然也得把科學的來歷講一講。諸位曉得歐洲中世紀的時候宗教勢力甚大。學校中所研究的不是希臘拉丁就是亞里斯多德邏輯。古人所不曾說的、他們便不敢越出範圍一步。所以當時思想界也是極其守舊、而且枯槁。到了十六

（註一）見民國八年『科學』第五卷第六期

世紀的後半期、有位英國哲學大家培根先生出世、著了許多書、極主張求學的人所當研究的不是古人遺留下的故紙、却是那天地間自然的現象。求學的方法、也不是徒然背讀古人的書能記得用得便了、是要自己去觀察與試驗求那切實可靠的事業。他創的這種爲學的方法、現在我們叫做歸納法。歸納法的意思、就是凡事先從事實入手、由許多事實中再抽出一個公例。這個話看來容易、做起來却是極煩難的。比如今年某處養蠶、還未到成繭的時候、便通通病死了。要研究這病死的原故、平常人第一的想頭是蠶神菩薩沒有供得高。但是他把蠶神供過、他的蠶神還是不好。有點知識的人、就要想到或是地方太潮濕了、天氣太寒冷了、桑葉不適於養飼、蠶室不合於構造。但是他把各種都改良了、他們蠶子還是生病、而且用他種蠶子來飼養、便有十分收成。於是想到這是蠶種上有病。他把顯微鏡拿來一看、果然看出病點所在。於是他可斷定有病的蠶種、是無論如何不能得好收成的。這種先研究事實然後斷定結果的辦法、就是歸納法。

對於自然界或人爲的現象、能用這種歸納的方法去研究出來、他的結果、便是科學。

譬如空中閃電是天然界最常見的現象、但是中國自來的聖賢哲人、沒有一個懂得這閃電的真理的。摩擦生電的事、東西的古人都已知道、但是沒有拿來解釋空中的電。隨後伏爾塔發明用金屬與酸生電之法、弗蘭克林用風箏引空中的電、纔漸漸曉得空中的電和試驗室中的電、實在是一個物件。近來的電學發明過後、我們竟把電來點燈行車打扇傳話、幾乎無所不爲。那空中的電更失其神祕的特權了。但是電究竟是一個甚麼東西?有人說他是氣、他何嘗是氣?如其是氣、何以能用金屬傳導呢?有人說他是力、他也未必是力。如其是力、何以能起化學分解呢?化學方法發生的電、和用機器發生的電、是一是二。人力造成的電、和天空中的電、又是一是二、這種問題、本來不易解決。但是現在却有幾分眉目了。現在電子的學說發明、我們可以說電是一種有形質的物體、那電池中的電、和發電機中的電、與摩擦而生的電、只是一種電子在那裏活動。空氣中的電子、有時因爲雨點關係、降下地面、上層的空氣便成了陽性。上層的陽電和下層陰電相中和時、就是空氣中的放電了。兄弟剛纔講這許多電的話、意思是要證明這閃電的一個最平常的事、經了中國幾千年的學者未曾說明、及

至科學發明以後、又經了百餘年的研究、纔略有眉目。可見這格物致知讀書窮理的幾個字、是不容易講的；而科學的能事、也可以略見一班。

兄弟想人類智識的進化、要經三個階級；第一是迷信時代、對於各種事物現象、以為有鬼神主使、只是聽其自然、並不知其能然。第二是經驗時代、對於各種事物現象略知其因果關係、但是知其然、而不知其所以然。第三是科學時代、於各種事物現象、不惟能明其因果關係、並且明其原理與主動之所在。這三個階級、可舉一例以明之；譬如有人患瘧疾、在第一階級的人、只是求神禱鬼、再也不去求醫治。第二階級的人、便用些小柴胡湯、或金鷄拉霜去醫治。他們曉得這類藥可以醫瘧病、却不曉得是甚麼道理。第三級的就是現在科學家的用那實驗的方法、證明瘧疾是由蚊子傳染的、他們便去設法剿滅蚊子、蚊子滅後、瘧疾也自然沒有了。

兄弟上面所講的是科學與人類智識的關係、但是兄弟今天的題目、是科學與實業的關係。諸君或者要說兄弟講的離題太遠了。其實近世的實業無有一件不是應用科學的智識來開發天地間自然的利益的。所以說科學是實業之母。要講求實業、不

可不先講求科學。這科學與實業的關係、若一件一件的講起來。便同做一部發達史一樣、今天斷乎做不到。兄弟且把重要的關係提出幾件來、和大家討論討論。

第一是科學與實業發生之關係。近世實業和舊時實業不同之點是近世實業多用機械、舊時實業多用人工。因爲有機械、所以用力少而成功多。從前用手紡織、一人幾十天方能成布一匹。近時用機器紡織、每人一天能成布幾十匹。因爲這種變動、歐洲自機器發明以後、竟起了一個工業的革命。工業革命的意思、就是說新工業出現以後、從前那種師徒相傳一家仝作的工業、竟無立足之地了。這種機械的發明、自然也是由科學來的。與機械連類而及的就是蒸氣機關和電力發動機的發明。大家曉得機械沒有原動力是不能作工的。蒸氣機關利電力發動機、是供給發動力最重要的器械。一部蒸氣機關、可當百千萬人的力量。吳稚暉先生常說大家只曉得中國有四萬萬人、不曉得英國有幾百萬部蒸氣機。比較起作工的力量來、比中國人還多着呢。其次是化學上的發明。這化學上功用、在能化腐朽爲神奇、化無用爲有用。近來實業屬於化學的居其大半。有個最顯著的例證：紐約城中人家所棄的渣滓食物、有人集

了一個公司收去取油、每年紐約市政府不但省了一筆垃圾費、還得三四百萬的收入呢。

第二是科學與實業進步之關係。諸君曉得中國是文明最古的國。有許多東西、幾千年前已經發明了。譬如羅盤針相傳是黃帝發明的西方諸國古代的航海家、還在中國來購買此物。但是中國的羅盤針、還是從前的舊樣。現在西方海船上用的羅盤針、講究精緻之極了。又如火藥、也是中國發明最早。但是現在所用的火器、不是購自外國、就是仿造他們的。要和現在歐洲打仗所用的比較起來、更是天淵之別了。請問中國的工業、何以無進步?是因爲沒有發明。何以沒有發明?因沒有科學的研究。講到發明這件事、兄弟還記得在美國的時候、有一天到紐約書館的發明註册室、不覺驚嘆不置。滿室中所藏的、皆是美國專利特許。就美國一國而論、每年以新發明得專利權的、已不下數萬。有許多的發明、實業焉得不進步呢?

第三是科學與實業推廣之關係。一地的實業、彼此有互相的關係本來可以逐漸擴充的。唯必先有科學、方有擴充的方法。譬如用硫銅鑛作原料來造硫酸、得了硫氧氣

體之外、剩下的氧化銅、用科學的研究、竟可拿來鍊銅。於是乎因製造硫酸與出鍊銅工業了。又例如製鹻的時候、先用食鹽和硫酸造成硫酸鈉。一方面得的鹽酸氣體。這個氣體放在空中、最爲有害。但是能設法把這氣體收集起來、就成了鹽酸工業。據英國的歷史、這造鹽工業、造紙工業、造漂白粉工業、竟是連彙而及的。不過科學未發明以前、有許多工業都是不可能。於是由他種工業而生的副產物、也不免於廢棄於無用之地了。

照上面所講的、科學與實業的關係、可以略見一班了。但是科學家未必就是實業家、實業家也未必是科學家。要求科學與實業有關係、必須先求科學家與實業家有關係。這科學家與實業家的關係應該如何呢?據兄弟所知、外國講求科學家與實業家的聯絡、有幾種辦法。第一設如創辦實業的就是發明科學的人、兩者合而爲一、這可不必論了。其次外國的大公司、每每自已設有試驗室、請了許多專門家在那裏替他們研究改良實業的方法。例如美國普通電機公司、衞司特好斯電機公司、以石提瀛照象器具公司、皆有很大的試驗室、請了許多極有名的科學家在那裏研究。在常人

看來、那種費用簡直與實業無關。但兄弟曾親聽見他公司的經理說、這請專門家來研究改良工業的辦法、是一件最有利益的事體。其三更進一步、有許多公司簡直向那邊的大學校交涉、每年出費若干、在大學校中特設一科、就請大學校的先生及學生替他研究他的工業問題、有時學生的用費、也由公司貼給。若是研究的結果、有了新發明、須歸公司專利。照此看來、外國的科學家、不但同實業家很有聯絡、而且實業家也很信仰科學、頗有相依爲命的意思。無怪乎他們實業的進步發達日新月異了。

我們中國現在的實業和科學的程度都還未到那種特別研究的地位。但有一件兄弟要望各位教育家實業家注意的。現在在外國留學實業的、也漸漸多了。兄弟覺得國內的實業家、和在外留學的實業學生、尙欠一點聯絡。兄弟曾經在外國住了幾年、把自己的經驗略說一說。在美國大學畢業過後、再進畢業院、正是可以專門研究的時候了、但是在外國多住了幾年、國內的情形便有些隔膜、不曉得要研究何種實業、囘國方才能適用。由他方面看來、國內有許多企業家想辦實業、却苦於無人爲之計劃。這兩面間隔、若不聯絡起來、中國實業的振興就不知要遲延幾多時日。兄弟前幾

年就發一個議論、要在外國留學生中設立一個機關、把留學生各種專門人才調查出來、報告國內。一面國內要辦實業而須相當人才的、也可以把想辦的事體、及各種實業情形、報告國外、使留學的得據以爲研究的資料。將來歸國過後、就可本其所學舉而措之、豈不勝於在外辛辛苦苦研究幾年、回來仍是一個高等遊民麼?今天商學兩界及科學社的朋友皆在此間、兄弟提出這個問題、請大家討論、儻有可以盡力之處、科學社是不敢憚勞的。

單就實業一方面而言、兄弟覺得有幾種普通心理、若不除去、也是實業的障礙。第一是求利太奢。常人的意見、以爲辦實業就如開金鑛一樣、一鋤頭就要挖一個金娃娃。其實實業上的事情、皆是刮毛龜背、積少成多的。比如從前歐洲的生銀、常合有一千二百分至兩千分之一的金子。這樣少量的金子、用平常方法取出來、是不合算的了。但是用電氣分解的法子、這一千分之一、便足敷用費。還有幾百分之一、可作利息。這提金的事、也居然成了一種工業、可見實業只要可以獲利、並不在厚利。現在中國的利息太高、正是實業不發達的原故、不可狃以爲常的。第二是求效太速。常人的意見、

今天拿資本去經營實業、明天就要他見效。其實越是遠大的事體、見效越遲。德人從前的人造顏料公司、費了四十萬馬克、請了許多化學家研究了二十年、纔能造成。成功之後、就能壟斷世界的市場、豈是區區計較朝夕之利所能做得到的嗎?第三是不能持久。凡人創辦一種事、難有不經挫折、立刻成功的。唯挫折之後、重張旂鼓、再接再厲、方能轉敗爲成。若一有失敗、便心灰意嬾、不復前進、那就終於失敗了。兄弟曾聽說南通張季直先生、初辦大生紗廠的時候、折了本沒錢過年、跑在上海去作秦庭之哭、方纔敢囘南通。現在可成了中國的實業大家了。兄弟在哥倫比亞的時候、有一位先生來講演、手中拿了一個玻璃瓶、裝了半瓶石炭酸。有人去看他的瓶子、他說莫摸、我這瓶藥水花了兩百萬金元的。可見他們把這一二百萬的失敗、看得並不着重。兄弟的話講多了。現在請說幾句總結的話。兄弟不信儒家的話說甚麼正其誼不謀其利、明其道不計其功。兄弟以爲現今的社會上應該有個利字的位置。但是兄弟所說的利字、是從天然界爭來、把無用的物質變成有用、無價值的東西變成有價值。不是把你囊中的錢搶來放我的囊中、算爲生利。我們中國現在的大患、豈不是抬包袱

打起發、把人家的錢拿來放在自己包中、便爲發財麽?其實弄來弄去、錢財旣不加多、生產愈形消耗、社會焉得不貧苦呢?所以兄弟今日的希望、就是學界中人越是多講點學問、實業界中的人、越是多辦點實業、眞正的與點利益、使那一般抬包袱打起發的朋友、也通通來做這生利的事業、我們中國的事情就漸漸有希望了。

四科學與農業

鄒秉文

世界之有農業、實自有生人始︰惟科學的農業、則百年內事耳。此新紀元之第一人、當首推里比希（Liebig）。氏爲德之化學名家、於一千八百四十年發表其土壤化學研究、證明植物在土中所吸取之養分及以人造肥料補濟地力之方法、繼之而起者、於作物學則有奈爾孫（Nilson）費爾摩林(Vilmorin)諸子︰於園藝學則有培雷(Bailey)杯半克（Burbank）諸子︰於畜牧學則有百克惠路（Bakewell）安士比(Armsby)諸子︰於農具學則有倍爾（Bell）賀西(Hussey）麥康密克（McCormick）諸子︰於病虫害學則有悌把利（DeBary）科黑（Koch）康斯脫克(Comstock）諸子。凡茲學者、及其他數千百之農學家、皆應用科學以研究解決農業問題者也。顧其結果則何如耶。曰、不外乎農品之日進於優良而產額培增而已。不觀乎世界之小麥產額乎。二十世紀世界栽麥之地、較之前世紀之增加、不過四分之一、而產額則增至二分之一。又不觀乎科學的農業最發達之美國乎、據其一九一七年之統計、在一八五二年、其輪

出農產品之價值為美金七千萬餘元：至一九一七年則驟增至美金一萬萬四千餘萬元、較之前者實增兩倍。而究其所以能達此優越之成績者、則皆應用科學於農業之功也。誠哉霍特斯(H.J.Watere)(註一)之言曰、此五十年中之農業進步遠勝於五十年前四千年內之進步。雖然、霍氏之言、固僅對于能應用科學於農業之國而言耳。若吾中國、則今之農猶古之農也。他人食近世科學之賜、農家經濟異常發達。我則祇知拘守成法、農人終歲胼手胝足、而不足供事畜。歐美之農業無論矣：試一比諸東鄰、猶覺瞠乎其後。吾國之絲茶、在數千年前、得非稱雄世界者乎。今則每歲輸出之數、且遠不如日本。(註二) 此無他、一以能利用科學而進步、一以故步自封而退化：關心於農業者、亦可以思矣。作者爰就農業以科學而發達之事實、舉其數者以告國人、俾國人

(註一)霍特斯為美國某農業大學校長(Kansas State Agricultural College)、請參觀其一九一五年所著之"The Essentials of Agriculture"之第一節新農業。

(註二)中國之絲、在一九一二年其出口總額為一千九百餘萬磅、日本為二千三百餘萬磅。至一九一六年、不過四年之間、日本增至二千九百餘萬磅、中國則退至一千五百餘萬磅。

知農業與科學關繫之密切、而能對於科學及科學的農業有所提倡也。一日應用科學以改良動植物種類也。動植物之改良、自古農人已行之、惟其方法非科學的、故其收效至爲遲緩。自門特爾(Mendel)與外斯門(Weismann)等在生物學上發表其動植物遺傳性之研究、而農業上進步之事業乃有一日千里之勢。美國農部專家海斯(W.M,Hays)乃謂就美國農業出產而言。若僅就進種方面改良、十年之內可增加產額百分之十、值價約金洋二萬萬元。(註三)斯言非虛誕也。卽以美國衣諾奈省之玉蜀黍而言、在一九〇二年前二十年內之產額無所增進。自一九〇二年、其試驗場以五年之時間、用新法選得佳種、每年產額增加、使該省每年多二千萬元金洋之收入。歐洲以甜菜爲重要農作物之一、以世界之食糖、一半取之於甜菜根。而世界甜菜出產最多者、爲德俄奧三國、占全世界產額四分之三。則甜菜在歐洲之重要可知矣。一八五一年、費爾摩林分析甜菜根之糖液、其所含糖量、平均爲百分之八、至高者不過百分之十四。後用新法進種、不數年其平均糖量增至百分之十六、而

(註三)參觀W.M. Hays, Progress in plant and animal breeding. *U.S.D.U. Yearbook* (1901.)

其至高之百分數有至二十六者：每年增加收入、不啻數千萬元。其他如奈爾孫之於瑞典穀食類作物、杯牛克之於美國園藝作物、均於進種方面建有奇特之功效、每年增加農人收入均以千萬元計。凡此皆以科學改良作物種類之事實也。致若動物方面、其成績亦不遜於植物。美國爲世界畜牧事業最發達之國、今姑就美國之畜牧事業言之。近三十年間、(自千八百八十年至千九百十年)以採用新法進種、其事業之進步、誠有足驚人者。就其畜獸之數目而言、三十年間增至兩倍、價值增至五倍。更就其每種之畜獸言之、役用之馬、三十年前最重者爲一千磅、至近今則有重至二千三百磅者。每羊之毛量、在三十年前爲二四磅、至近今則有增至六九磅者。家禽之在三十年前者、每年每鷄生蛋之普通數爲六十個、至近今則一百二十個爲最普通數、而佳者每年生蛋之數且能在三百以上。凡此皆以科學改良畜牧之事實也。

二曰應用科學以防治動植物之虫病也。農業之動植物、莫不各有其病蟲。每年世界上所受蟲病之損失、亦不啻數百萬萬元。今僅就美國言之、據其農業報告、謂每年農作物以病害所受之損失爲美金五萬萬元、(註四)以蟲害所受之損失爲美金十萬萬

餘元、(註五)而畜獸之死于傳染病者年約金洋二萬萬餘元、(註六)其爲害亦可謂烈矣。惟今人對於病蟲之觀念、與古人之對於病蟲者迥然不同。古人不明生物學、於動植物之被病蟲害者、皆諉之神鬼、歸之天命、謂非人力所可挽回。故一遇災害、則束手無策。一八四五年愛爾蘭患馬鈴薯晚疫病、是歲乃大飢、其人民多流離至外乞食者、卽其例之一也。今則不然矣、所有各種之病蟲害、均以科學研究證明其致病物及其致病方法、而大多數之病蟲害、亦經科學家發明其防治之術、非若前之不可以人力挽回者矣。例如玉蜀黍黑穗病、在一九〇二年之前、美國農民每年損失、約在美金五千萬元至四千萬元之譜：近則以發明病菌生活史及治病方法、每年損失已減至一千萬元：而其農部專家尙謂將來農業推廣事業發達、農夫採用科學方法日多、此病之

(註四)見 B. M. Duggar: *Fungous Diseases of Plants* 第八頁。

(註五)見 G. W. Herrick: *Insects of Economic Importance*第六頁。

(註六)見 Edward B. Mitchell. Animal Disease and Our Food Supply. *U. S. D. A. Yearbook* (1615)。

損失、可使減至零數云。(註七) 又如棉之枯萎病、爲昔年美國南方植棉區之重要病害、每年損失約在美金五十萬元至二十五萬元之間;今亦以發明病菌之生活史、改種能禦枯萎病之棉類、現已不復爲患矣。蟲病亦然、例如桃之蠕蟲病 (Peach Worm)昔年美國加省 (California)以此病每年損失約值美金五十萬元。今則亦以發明治病方法、農人不復受其害。至若獸醫之成績、尤著人耳目。畜病之最烈者、莫甚於豬瘟(Hog Cholera)。就美國而言、昔時每年損失在七千五百萬餘金元、近因發明血清、此病已不足爲害。據美國農部報告、一九一二年某村中有豬二十餘萬頭、其年未用血清、死於豬瘟者共六萬餘頭、約占百分之二十八。一九一五年該村有豬三十餘萬頭、是年均用血清、死者僅六千餘頭、約占百分之一有奇。(註八) 以科學上之發明而損失之減少爲一與二十八之比較、科學之爲用、誠大矣哉。

三曰應用科學以製造肥料也。土壤中之養分、以栽培作物而日見其缺乏、故施用肥

(註七)見B.T. Galloway. Industrial Progress in Plant Work. *U.S.D.A. Yearbook*(1902)。

(註八)參考書與註六同。

料以補救地方貧為必須之事農業發達之國尤多採用人造肥料在一九〇九年人造肥料之耗用於美國者、為一萬萬餘元、肥料中之重要品曰氮、曰鉀、曰燐。燐之大宗、來源出自美國之燐石中。氮之肥料、大宗出自南美洲智利之硝石。現在已經掘去者為四分之一。科學家恐其終有缺乏也、乃以電力取用空中之遊離氮氣以製肥料。現在設廠製造者、歐美已不乏其人、（註九）將來農業上之氨肥、可無慮或缺。鉀肥出自德國。初、德人於一八四五年在 Magdeburg-Halberstadt 取鹽、發見一種苦味之鹽、初以為廢物棄之。後經化學家里比希之試驗、知為鉀與鎂之化學混合物、乃利用之以製鉀肥、每年出產在五百萬噸之多。近則美人於其沿太平洋各地發見藻類植物、其學名為 Nereocystis Bietkeana 及 Macrocystis Pyrifera、亦含鉀甚多、現方設廠撈取、製成鉀肥。從此鉀肥又得一種之大宗來源矣。（註十）凡此皆應用科學以解決肥料問題

（註九）參考F. W. Brown: The Sources of Our Mitrogen Fertilizers. *U. S. D. A. Yearbook* (1917)。

（註十）參考F. W. Brown: Importance of Developing Our Natural Resources of Potash *U. S. D. A. Yearbook* (1916)。

者也。

四曰應用科學以改良農具也。世界農具至十九世紀之中部尙多爲手用之農具、今則下種機器、耕耘機器、收穫機器、無不具備、諸農業之工作、不須手工爲之。至運用農具、最初以人力、繼用牛馬、今則用汽力電力者比比然矣。此五十年內農具上之改良、誠非前此數千年所能望其肩背而其影響於農業上亦至深且大、據美國農部洪麥士(Hohmes)之調查、(註十一)謂在一八三〇年、每一英斗小麥之出產、須費人工三點零三分鐘至一八九六年、以有機器之發明、每一英斗小麥之出產、僅須十分鐘。以工價計之、前者所費爲美金一角七分、後者所費則僅美金三分。一八五〇年、每一英斗玉蜀黍之出產、須費人工四時半、在一八九四年、僅須四十一分鐘。一八六〇年、每噸牧草之出產、須費三十五小時半之人工、至一八九四年、則十一時半足矣、至今日則僅須一小時半足矣。設就工價計之、則一八九四年每噸牧草須費工價八角三分、今

(註十一)參考Davidson & Chase: *Farm Machinery and Farm Motors* 第五頁及 *International Encyclopedia*。

則祇須工價一角六分矣。凡此皆所以示農具改良之影響於農業發達也。

五曰交通之便利有以影響農業之發達也。近者汽船鐵路盛行、世人但知商業賴以發達、不知其影響於農業者尤甚。據安祖羅斯 (F. Andrews) 之調查、在美國鐵路未盛行之時、由西部趨牛至東部之市塲、每七百英里之地、須時一月而每百頭牛須三人運送、方能盡管理之責。今則每七百英里之地、以鐵路運送、一二日足矣。而每次火車可運牛至一百四十餘萬頭、羊九百四十餘萬頭、較之前者之進步、奚啻天淵之別。(註十二) 與輪運農產有關係者、交通便利而外、當爲近世發明之冰藏事業、及罐頭事業。此兩種事業、均以化學上微生物學上之發明、而益臻完善。罐頭事業取一地之農產品製爲罐頭、便於攜帶、便於保存。冰藏事業則可儲藏新鮮之農產品、使歷久不變、舟車中均用之以爲轉運新鮮農產品之用。中國之鷄蛋可以運至美國市場、中國之肉品可以運至歐洲各地、皆冰藏事業發明之功效也。

(註十二) 參考 Frank Andrews: Cost and Methodo of Transporting Meat Animals. *U. S. D. A. Yearbook* (1908).

綜以上數端觀之、如作物、如園藝、如畜牧、何一非科學上之發明、乃能增加產額。如土壤問題、農具問題、轉運問題、亦何一非科學上之發明、乃得有如許圓滿之解決。故農業非科學莫由振興、實爲人所共曉:而今日之提倡科學的農業、在吾中國尤有不容少緩之勢也。

五 科學與林業

金邦正

今之時代、一科學時代也。不獨凡百學術莫不以科學之精神方法爲依歸、卽凡百事業亦莫不直接間接受科學學理及方法之支配。其例之彰彰在人耳目者、如物理學發明蒸汽電流之作用、而汽機電力之事業繁興。化學發明物質之分析化合諸方法、而工藝化學之事業紛起。生物學發明細菌血清之作用、而衞生防疫之事業亦月異而歲不同。循至耕稼山林之事、發達本早、傳自先民、初若與科學不相謀者、庸詎知自距今八十年前、里比希(註一)發明植物營養需要之原素、遂爲農林業闢一新境界。且證明耕植之事、不僅爲盲然操作、亦復有定理可循。自是而後、發明日衆、而農林遂蔚成專學。且無在不與他科學息息相通。茲篇所欲言者、乃僅就森林利用一端、證明科學與林業之關係。凡所稱述、多引自美國商部調查林業副產物之報告(註二)擷其精華、實我舉例。若夫全豹、有原書在。

(註一)Liebig 德國化學家、發明植物營養必不可少之原素有十、卽磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵、炭、輕、養、淡、是也。

考木材之利用、在化學未發明以前、僅有三途：一用爲材料以製器物、一用爲薪料以製炭材、一用爲寄主、以培植菌蕈之屬。林業範圍殆如是而已。近世化學分析之術日進、木質之本素既明、研究之方法益精、於是自木材所得之副產物無慮數十、而森林副業之增加亦無慮十數。茲舉三事以見梗概。

一爲木材之汽餾與乾餾也。　所謂汽餾：乃取富於松脂之木材、以機器碎爲片塊、納置鐵釜中、通以蒸汽、煮四小時、多量之松節油(turpentine)及松油(pine oil)即隨蒸汽而出。冷凝分解、遂得松節油與松油。至木材內尙存之松脂、則以石油取出。法以煮過木材、納於溶器中、加巴氏比重計五十八度之石油以浸漬之。閉溶器、通以蒸汽管、以間接之熱煮之、直達石油將次汽化蒸餾爲度。是時材內松脂已盡消化於石油液中。乃將石油抽出、傾入他溶器、仍納煮過之木材如法蒸煮。如是者再、以達石油濃度不能再消化松脂爲度。傾此濃液於蒸餾釜中、先將大部分之石油餾去、再換用小蒸餾

(註二) By-products of the Lumber Industry, SpecialA geuts No. 110 Department of Commkree.

釜分餾。初得仍爲石油、次爲松節油、再次爲松油。釜中不能分餾之殘餘卽爲松脂。此汽餾之大略也。至乾餾則納木材於鐵釜中、閉絕空氣、不用蒸汽。惟外加火力、使釜內木材逐漸分解。至分解所得之物、則因木材種類之不同及熱度之高下而異。如以針葉材木乾餾、加熱至華氏四百五十度時、取餾得之液體、再加汽餾、卽得松節油松油等物。至加熱在華氏四百五十度以上至八百度時、分解餾過之物爲松根油 (crude taroil) 及重油等 (heavy Tars)、皆可以分餾得之。此外尙有木精 (wood alcohol) 阿舍統 (acetone) 醋酸 (acetic acid) 等。惟量少、精製殊不合算、故大率棄而不用。至釜中不可分解之殘餘則爲木炭。又如以闊葉樹材乾餾、令其分解之物質過一冷凝器、而得粗製木精及木醋之混合液。此液中含有松根油等、須先以澄淸法去之。其有溶解性之松根油、則須以蒸餾法去之。餾過液體、色半透明、有酸性、中含有木精醋酸阿舍統等物。以熟石灰中和此酸性液體、而得醋酸石灰。加以蒸餾、餾過之液體復加分餾、遂得木精。殘餘液體、加以蒸發、卽得醋酸石灰之結晶體。由醋酸石灰加以精製、而得醋酸及阿舍統。至木質乾餾之殘餘亦爲木炭。此乾餾兩法之大略也。汽餾乾餾

松材之主要產物爲松節油與松脂。此二者據美國一千九百十四年統計、松節油產額爲兩千七百萬加倫、值美金一千七百六十八萬元。松脂產額爲三百四十萬四千桶、值美金一千八百二十五萬元。至乾餾闊葉木材之主要產物、則爲木精醋酸石灰及木炭三者。據美國一千九百零九年之調查、木精產出之額值美金一百六十二萬元、醋酸石灰一百九十八萬元、木炭二百三十五萬元。經營乾餾事業之工廠凡八十有九。然則卽以木材汽餾與乾餾事業而論、其增加森林副業與副產物已非淺鮮。

二爲紙纖維之製法也。木質之大部分爲木纖維、而纖素實爲造紙之原料。然則由木之製紙、其事本無足異。顧考製紙業之歷史、則原料最初爲棉絨爲草稿、繼爲苗竹爲楮皮、中古歐洲始用襤褸。至用木爲原料、不過近數十年事:蓋有待於機械學與化學之發明也。查紙纖維之製法、有機械製法與化學製法之別。機械製法乃取適宜之木材、用極巨且厚之石磨研碎成糊。磨面頻頻注水、以減磨擦發生之熱。水多則纖維細而且良。研成之纖維糊、洗以淨水、濾以細篩、分別等次、壓乾成片、卽可用以造紙。此機械製法也。法甚簡單。惟製成之紙纖維、尙存木中雜質、無法漂白。且造成之紙亦不

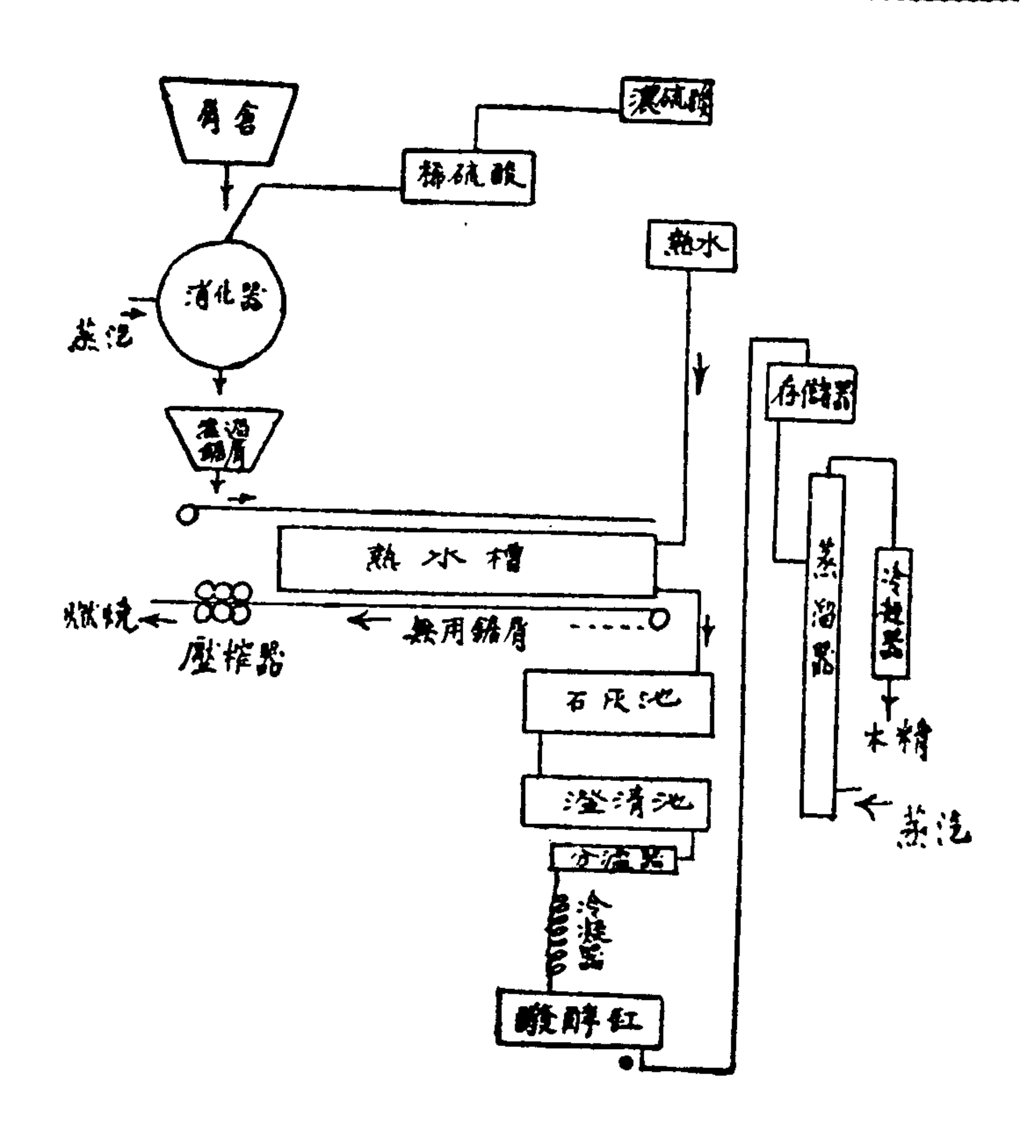
易保存。故僅可爲造新聞紙之用。至欲造上等之紙纖維。則有賴於化學製法。其法先將木材以速轉機製成薄片。納木片於溶器中、注入化學藥液、以高氣壓之蒸汽煑之、卽得純淨之纖維。因所用藥液之不同、遂有種種製法之名稱。普通廣用於造紙業者有三：(一)亞硫酸石灰法。此法分離木質、全賴亞硫酸石灰 $Ca(HSO_3)_2$ 之作用。因硫酸有侵蝕性、故溶器須用木製、或鐵製而內砌洋灰塼以爲保護者。至蒸煑時所需氣壓有高低之別。通常用七十五磅高氣壓之蒸汽者、祇須用十小時卽煑畢。所得纖維、易於漂白、堪爲造書籍用紙。至用六十磅低氣壓之間接蒸氣者、則需二十至三十六小時。所得纖維、質甚强靭、可爲仿造羊皮之用。蒸煑畢事、洗清過篩、卽成造紙原料。(二)苛性曹達法。卽用苛性曹達 $Ca(OH)_2$ 液體以分離木纖維。煑法大略同前。惟放入蒸汽時、加特別裝置、使蒸汽攪擾液體巡環浸漬。所需氣壓約在一百五十磅、時間約八小時。煑得纖維、洗以流水、篩過製成紙板。至用過之苛性曹達、已化爲炭酸曹達、宜加生石灰之處理、使恢復爲苛性曹達、以便再用。其化學式如次： $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2NaOH + CaCO_3$ 以上兩法製成之木纖維、如用漂白粉 $CaCl\text{-}OCl$

漂過、卽上等白紙原料。(三)硫酸曹達法。此法發明尙不過二十年。所用藥液爲硫化鈉及苛性曹達之混合液。藥力甚强、遠非亞硫酸石灰及苛性曹達二者可比。故雖極富於脂油之松材。如用此法、亦中造紙之用、其推廣造紙木材之種類及原料良非淺鮮。至此類紙料率供包裹紙之製造。美國以此法造成之包裹紙歲達二十五萬噸、營此木之工廠凡二十六所。誠紙業之一大進步也。查硫酸曹達法所有碎木蒸煮等手續、與前兩法無異。惟用旋轉之容器以助藥力之消化。煮得洗淨、卽成紙料、亦與前無異。其中所難者、乃在硫化鈉與苛性曹達之恢復方法。緣硫化鈉與苛性曹達作用於木材之後、化爲硫酸曹達及鈉與有機體之化合物、爲黑色溶液。恢復方法：須先用火力蒸發液體中大部之水分、傾入一旋轉鍋爐中加熱、則鈉與有機體之化合物首分解爲炭及炭酸鈉。再導入鍋爐、加大熱、炭奪硫酸化鈉之養素而成燃燒、硫酸化鈉失養素而成硫化鈉。是時熱力約在華氏三千度、硫化鈉及炭酸鈉均鎔爲流體。再導入水槽、使成溶液。加生石灰、則炭酸鈉亦化爲苛性曹達。此恢復硫化鈉及苛性曹達方法之大略也。兩者混合之液作用於松脂之力極强、且能分解材皮、故無需用淨材之

必要。且所分解之脂油、亦易於取出。此又較前兩製法優勝之點也。總上三者、實爲近世化學製造木纖維方法之大要。自利用方面言之、美國木材之用於造紙一途者、歲不下三萬萬立方尺、造紙原料之工廠凡七百八十七所。森林副業之大觀、殆無逾於此矣。

三爲酒精之製造也。　通常酒精之製造爲糖之醱酵、而糖則出於小粉質之變化。近今乃有以鋸屑爲酒精製造之原料者。事方創始、商業上之成敗未可知、而其饒有科學上之興趣則一也。今試說明製造之方法、並附圖以明之。

鋸屑由升降機入倉、倒入消化器中。消化器爲鐵製、內部壁以洋灰磚、以免酸類之侵蝕。消化器受滿木屑、注入稀硫酸。約每屑百斤入稀硫酸半斤至一斤。閉密使消化器緩緩旋轉、並通入蒸汽、以氣壓達一百二十磅熱度達華氏三百三十度爲度。約一小時、屑內糖分均已潰出。取屑乘熱送至熱水槽內。浸以熱水、俾糖分皆消化於水。其無用之渣滓運至一壓搾器、搾去糖汁水分、送入火倉以充燃料。至槽內之糖汁、則令流集石灰池中、加石灰水、急攪以中和酸性。復令流入澄清池、過分濾器、除去渣滓。挹取



清汁、令過冷凝管。然後引入醱酵缸中、加酒精酵母、使自醱酵。俟醱酵完全、以長形蒸餾器舉行蒸餾、所得酒精與尋常酒精無幾微之異、且極純淨焉。以化學之原理言之、纖維素與水化合、卽得糖。其化學式如次:

$C_6H_{10}O_5 + H_2O$

$=C_6H_{12}O_6$。然實際上纖維素不能全部化糖。其原因甚多：如氣壓過高、至令已成之糖重被分解、亦其一也。夫鋸屑爲林業上普通之棄物、而酒精則爲近今工業上醫術上之廣用品。化無用爲大用、微化學之進步、曷克臻此。

以上所述、不過略舉化學與林業關係之一斑。其他單甯製造、煤氣工作、木粉可爲炸藥、鋸屑用製修酸、皆爲利用化學以推廣林業範圍之證明。雖然，林業與科學之關係、又豈止一化學而已哉。近世凡百科學、莫不互有相發明相輔助之關係。他科學之有待林學爲之證明、與夫林業之受成於他科學、若一一悉數、則更僕難終矣。故茲篇舉例、僅如上而止。

六 科學與工業(註一)

任鴻雋

工業爲科學之產物、此今世常人之觀念也。進言之、常人心目中幾欲以工業代表科學。吾欲與之奮臂力爭、還科學於學術思想之域、恐亦未易得勝。雖然、此特其第一念有然耳。至其第二念時、懷疑之念又起、而與自己反對。說者曰、「今之學校以實驗科學爲教者、吾不知其何居。計學者自中學以至高等或大學畢業、其致力於科學之時、亦既不少矣。其人必明於幾何代數之理、方圓形體之算。其在物理、必明於動力能量之定律、聲光電磁之原理。其在化學、必明八十餘元素之化合、酸鹼各質之變應、乃至有機物類之夥賾。其在生物、必明於動植之分布、地質之構造、乃至微物昆蟲之解剖。一物不知、引爲學者之恥。甚哉、今日言學、誠與空言格物而坐俟豁然之一旦者、其難易繁簡不可同日語矣。凡諸科學、觀之誠亹之矣、而何有一利用厚生之事。化學上能製綠氣與鈉質矣、而取鹽者必穿井鑿山、煑鍊以得之、不恃試驗室而後備也。是故學

(註一)見民國四年「科學」第一卷第十期。

問與事業、常不相合。所謂高等教育科學能事者、不過爲飾己炫人之具、而於應用殖貨之事無與焉。吾欲興一業、製一器、吾但就市人而問焉可矣；安用殫精竭慮、馳騖於精微要妙之理論、事倍而功乃半耶。——

上所云云、不敢謂代表一般學者之心理、然略窺科學之門徑而未竟厥源委者、則往往有此疑。今欲明科學之應用、當先言今昔工業之異。昔之所謂工業者、約言之、則如村女之織紉、匠人之斧鑿、與陶冶之範器。其治業也、無過四體手足之勤；其庸勞也、無過十室百夫之衆；其出產足給初民日用之需；其周流唯限於鄉邑鄰里之近；是故其事業之嬗衍也、唯是箕裘之遞紹、而無學問思想之事行乎其中。今也不然。機械之用興而分業之效著。一業之傭工、動以千萬計；一工之所產、又十百倍於前焉。瓌貨山積、通市并海、財利之積愈夥、則興業之情愈盛、而工業之進步、乃爲時勢所通迻而不容已。此談生計者所以劃歐洲十八世紀學術之發明、爲工業革命時代；而西方百餘年來物質之發達、國富之增進、胥由於此。吾且弗言吾國產業之遲頓不進、其原因安在：吾且與讀者一觀歐洲十八世紀以前工業之狀態、蓋若與我不相逕庭、而百餘年來

彼方進步之速、發達之盛、乃使我望塵莫及、臨巖而返、何也。吾思之、吾重思之。十八世紀以前之西方、與今日之中國、其學術之未及於工業同也、故其沈滯不進之狀亦同。十八世紀以後之西方、與今日之中國、其工業學術之發達異也、故其工業進退之狀亦異。雖然、十八世紀以前之歐洲、科學雖未大昌、而種子則已萌芽於培根之歸納論理與牛頓諸氏之實驗發明。今之中國、既無科學矣、而國人乃未夢及科學與工業之關係。學術之不修、原理之不習、貿貿然號於衆曰、興工業、興工業。無本而求葉茂、見彈而求鴞炙、是不亦太早計矣乎。

是故古今工業之異點安在乎。一言以蔽之曰、古之工業、得於自然與習慣之巧術：今之工業、得於勤學精思之發明。古之工業、難進而易退：今之工業、有進而無退、何則、有學問以爲後盾故也。今欲列舉近世之工業出學問講求之結果者以實吾言、其事無往不在、悉數之、更僕未可終也。無已、則略舉一二以見例。

今夫近世工業規模之巨與應用之無窮者、孰有如電之一物乎。電有四、一曰化電、二曰熱電、三曰摩擦電、四曰磁電、亦曰感應電。數者見象雖殊、其原理則一、亦法勒第

(Faraday) 所證明者也。今日工業上所用之電力、大都出於磁電、以磁電能生強大之原動力、其力又易傳達轉遂於各處也。磁電之發見、託始於厄斯台得(Oersted)而大明於法勒第。法氏之電學實驗研究蓋科學上不朽之業也。讀其實驗錄 (Experimental Research) 首章有云：

「感應電流之效、既有人知之而言之矣：如電之生磁、(註二)安培耳 (Ampere) 之以銅版接近平螺旋與其復作阿喇戈 (Arago) 之電磁試驗(註三)皆是也。然此數者、似未足盡感應電之能事。且諸試驗無鐵則不驗、而世間無數物質對於靜電而呈感應者、對於感應之動電而不能不無所動、可斷言也。且無論安培耳之名論適合與否、而自電流所經輒生磁場之事實觀之、一善導體在此範圍以內、安知不以感應而生電流或與電流同類之力乎。吾以此理想而進爲實驗之研究、不猶爲阿喇戈之試驗加一說明已也、或於電流上開一新途亦未可知耳。」

(註二)此似指厄斯台得之發見電流之磁場言。

(註三)此指阿喇戈之發見以銅版置磁針而旋轉之、則磁針隨之旋動而言。

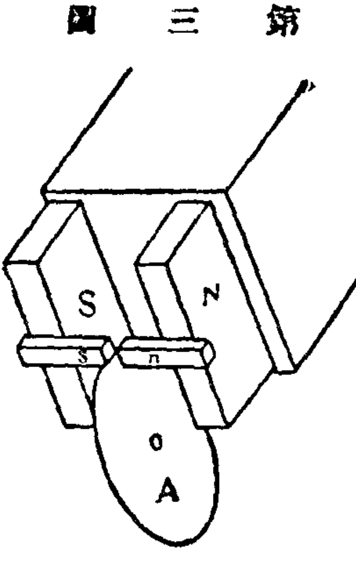
法氏之大發明、乃在其十日間之電學試驗。彼先以二十尺之銅線十二枚纏於一木環、上各線之間、皆以線隔絕之。連 1, 3, 5, 7, 9, 爲一組、他爲一組、以 A. B. 表之。(如第一圖)今置電流計 (galvanometer) 於A道中而置電池於B道中、追電流忽通或斷時、電流計即生影響。此互感電流之發明也。法氏又以銅線纏於紙作空柱上、而貫鐵條於其中。此銅線中仍置一電流計。次用大磁石二、兩異極合於一處、他異極則隔離相對、使成一馬蹄磁石形。今若置此鐵貫銅線環於兩磁石之兩極間、而忽斷其一極、則銅線中之電流計即生影響。反之、兩極復連亦如之、此磁石生電之發明也。法氏於是設一器具如第三圖、NS爲大磁石：ns爲軟鐵塊、用以强磁極、且令磁極得遠近自由。A爲銅圓板、置 ns 之間、有柄能自由旋轉。板心與緣各有導線連之、中置電流計。今如旋動銅板、則電流即生於導線之中。(註四) 法氏所以爲阿喇戈試

B A

第一圖

第二圖

第三圖



驗之說明者、蓋謂置導體於磁場中、而擾動其磁力、卽足以生電。此實後世磁塲發電之濫觴、而今日電機工業所從出也。

由磁電發生之工業、可略分爲兩類。其一、應用發生之電力者。上言由化學、熱力、摩擦而生之電、其量皆甚微、不足以供工業之用、唯磁電之理明、吾人乃有術以變天然或機器之力而爲電力而電力不可勝用矣。其變機力爲電力之器、謂之磁場發電機(dynamo)。機力可以發電、反之卽電力亦可動機。其假電力而動之機、謂之電動機(motor)。二者實一物、其構造皆本於電磁感應之理、其爲用有互相依倚之勢。凡今之電車電扇與其他待電而動之機械、與用電最多之工業如電燈電話、與漸見流行之電爐、皆由此出者也。吾人欲觀電業之發達、亦但計其發電機與發動機之價値而已。據一九〇〇年全美國所用之發電機爲値一〇、〇〇〇、〇〇〇金元其

(註四)以上所述、見法勒第之實驗錄第一章(*Experimental Research*, Series 1)。

發動機之値、爲二四、〇〇〇、〇〇〇金元；而各電廠之出產、乃至一五〇、〇〇〇、〇〇〇金元、而電車電話電燈各工業尙在計算之外也。其二、不直接應用發生之電、而用感應之機者。如電報之發明、蓋在磁電初見之時(一八二〇年)其所用之電流、亦不爲感應所生。然非藉磁電之理、則其記號機關無由構成、而何以致今日千里晤言之盛。又自蓄電池 (storage battery) 日精、而電力之用乃益宏；如自動車之用電、其一例也。據一九〇〇年統計、美國電報業之全數、爲二一、〇〇〇、〇〇〇金元、其資本之投於蓄電器者、亦一一、〇〇〇、〇〇〇金元。不甯唯是電學上之發明、方興未艾。電畫 (telectroscopy) 之用光以傳畫、光話 (photophone) 之用光以傳言、皆在萌芽方始之際。而長距離之電話、與直接打字之電報、皆最近商業上之成功。循是以往、科學上之進步無窮、而工業上之進步其又可量耶。

以上取證於物理學者也。今請再取例於化學。近來化學之最盛者、斷推德國。德國化學工業之最聳人耳目者、莫如其人造色料。人類之知染久矣。藍茜之用、遠見於吾國古籍。而歐人之用靛、乃在十六世紀印度之靛傳入埃及以後。蓋先民所用爲染之色

料、無過草木之汁漿、卽所謂天然色料是也。至一八六九年德人葛雷白(Graebe)與里孛曼(Liebermann)發見由納夫色林(naphthalene)以造阿立沙林紅(alizarin red)、是爲人造植物色料之始。迄今德人由煤膏(coal-tar)造成之植物色料、蓋二千五百餘種、爲値一二五、〇〇〇、〇〇〇金元。以來因(Rhine)河上之一製色廠而所用化學師至三百人、德國全國燃炭所得煤膏百分之八十五、皆利用爲製造色料之原料、則其工業之盛可想見也。

人造色料中之最重者厥爲人造靛。未有人造靛以前、世人所用之靛、皆取之於藍艸。其草產印度者、英名 Indigofera sumatrana：產非洲西岸者、英名 Lonchocarpus cyanesocens：產中國者、英名 Polygonum tintorium：要皆屬於藍草科(Indigofera)。其取靛之法、則取藍葉漬於水中、藍中所含糖質(glucosides)與靛質(indican)卽溶入水、以黴菌及空氣中養氣之作用乃養化而成靛精(indigotin)、又名靛藍(indigo-blue)。此時水作深藍色、更俟之藍質卽沈澱而出。取壓而乾之、卽市中所售之靛也。

天然靛之造法、如上所述、固覺單簡易能、其爲古人所偶然發見無怪也。獨至以人力

造成此靛、則所需學力智術甚巨、而令此發明足供工商業上之應用、其事尤非易易。蓋綜而言之、其相待爲用者約有三事：(一)須先明物質之構造、(二)須求構成此同様物質之法、(三)所用於構造之原料必須價廉易購而製造之費亦不過昂；兼此三者而成功乃可冀。吾人皆知人造靛之法、發明於貝野耳(Baeyer)而大成於郝以曼(Heumann)而不知貝野耳之從事靛之研究也、蓋十有五年、而後其人造靛之法乃出：又五年、而郝以曼之法乃能蔚然成一工業。此二十年中所消耗學者之腦力幾許無論矣、某公司以此而耗費之資本、亦不下四百萬金。天下事豈有無勞之獲哉。今當略及人造靛之化學、以見此業之非甚容易。貝野耳一八八〇年之法、在以葡萄糖還元正硝氧二盤基三炭欠四輕酸、此物又得於正硝氧二肉桂酸。其化學變化如下：

1. $C_6H_4<^{CH=CH-COOH}_{NO_2(O)} + 2Br = C_6H_4<^{CHBr-CHBr-COOH}_{NO_2(O)}$

正硝氧二肉桂酸 (ortho-nitro cinnamic acid)　　二溴化正硝氧二肉桂酸 (ortho-nitro cinnamic acid bibromide)

2. $$C_6H_4<^{\overset{HBr}{\overset{\vee}{C}}-\overset{HBr}{\overset{\vee}{C}}-COOH}_{NO_2(O)} + 2\,KOH = C_6H_4<^{C\equiv C-COOH}_{NO_2(O)} + KBr + 2H_2O$$

(alcoholic)　正硝氧二盤基三炭欠丙醯酸 (ortho nitro phenyl propiolic acid)

3. $$2\,C_6H_4<^{C:C:COOH}_{NO_2(O)} + 4\,H = C_6H_4<^{CO}_{NH}>C:C<^{CO}_{CH}>C_6H_4 + 2\,CO_2 + 2\,H_2O$$

靛精 (indigotine)

後二年。貝野耳更發明一法、用煤膏中之陶鹵(toluene)爲原料、先以硝酸加之、得正硝氧二陶鹵：

$$C_6H_5-CH_3 + HNO_3 = C_6H_4<^{CH_3}_{NO_2(O)} + H_2O.$$

陶鹵 (toluene)　正硝氧二陶鹵 (ortho-nitro-toluene)

次以過錳酸鉀氧化正硝氧二陶鹵爲正硝氧二盤基欠酸：

$$C_6H_4<^{CH_3}_{NO_2(O)} + 2\,O = C_6H_4<^{C<^{O}_{H}}_{NO_2(O)} + H_2O.$$

正硝氧二盤基欠醛 (ortho-nitro-bengaldehyde)

正硝氧二盤基欠酸與酢通 (acetone) 相結合而生下物：

$$C_6H_4<^{C<^{O}_{H}}_{NO_2(O)} + HCH_2-CO-CH_3 = C_6H_4<^{CH(OH)-CH_2-CO-CH_3}_{NO_2(O)}$$

此物與鹼類(alkalis)共熱之、卽得靛。

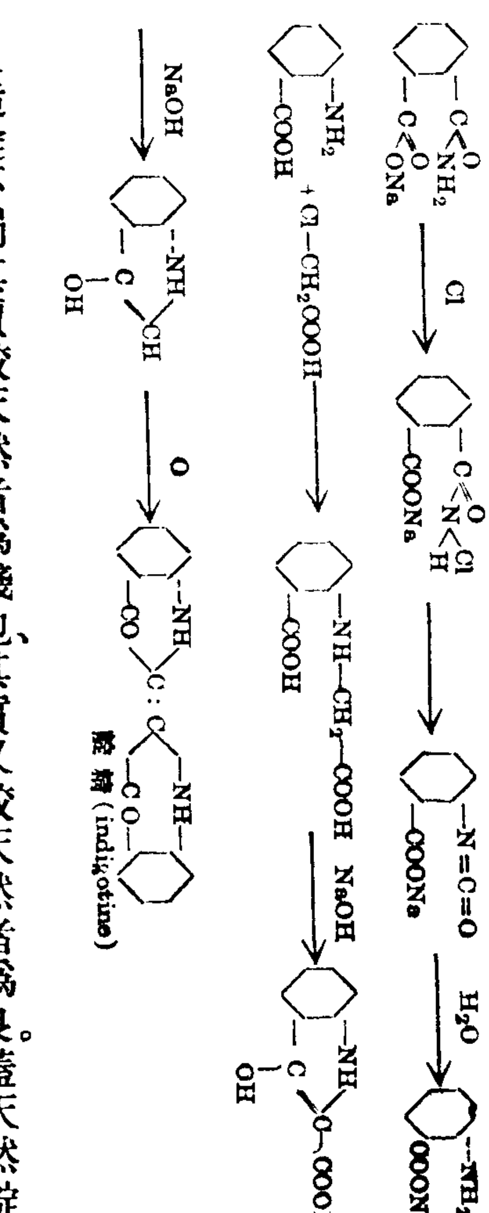
以上兩法中、尤以次法之出產爲豐、然陶鹵由煤膏取出爲量甚少、不足供大工業之用。惟其少也、其價亦較昂。以是造靛、得不償失也。

一八九〇年郝以曼發明之法、在以安尼林(aniline,原於法文之 anil, 譯言藍也)。與綠化醋酸相結合而得盤基硝輕二醋酸;

$$\underset{\text{安尼林}}{C_6H_5\cdot NH_2} + Cl\cdot CH_2COOH = \underset{\text{盤基硝輕二醋酸(Phenylamino acetic acid)}}{C_6H_5NH\cdot CH_2\cdot COOH} + HCl$$

此物和鹼類熔之、卽得靛精。由此變化而生靛、雖其原料較富而產量仍不甚豐。後乃知用盤基硝輕二醋酸之正炭基酸化合物、則生靛甚富、而前者可自煤膏之納夫色林製造之、其物又甚賤而易得也;於是人造靛業乃有工業上之價值矣。今將其化學變化略舉之如下:

納夫色林 (註五) $\xrightarrow{O}$ $C_6H_4(COOH)_2$ $\xrightarrow{\text{加熱}}$ $C_6H_4{<}^{C=O}_{C=O}{>}O$ $\xrightarrow{NH_3}$ $C_6H_4{<}^{C=O}_{C=O}{>}NH$ $\xrightarrow{NaOH}$



人造靛不獨其價較天然者爲賤也、其質又較天然者爲良。蓋天然靛中、雜質甚多。其純粹之靛精、有時少至百分之二十。而人造靛則含有百分之九十靛精、故業染者多喜用之、而人造靛乃有代天然者而奪其席之勢。今將近數年間人造靛與天然靛輸入英國之比較、列表如下、以見一斑。

（註五）⬡⬡ 爲 HC—C(H)=C(H)—C—CH / HC—C(H)=C(H)—C—CH（C=C） 之略

	天然靛	人造靛
一九〇一年	七八八、八二〇鎊	
一九〇四年	三一六、〇七〇鎊	八三、三九七鎊
一九〇六年	一一一、四五五鎊	一四七、三三五鎊
一九〇八年	一三六、八八二鎊	一三四、〇五二鎊

世界用靛之全額、約值二〇、〇〇〇、〇〇〇金元、而一九一二年德國之商業報告、其人造靛之輸出額、爲值一〇、七六九、九〇〇金元、是已占世界全額之大半矣。去年開戰以來、英美染業家之最感痛苦者、莫如人造色料之斷絕一事。英政府至特立豫算、投資五百萬鎊、以謀國內人造色料工業之發達、而我國業靛者亦擬乘機以恢復我天然靛之地位(見四月上海時報。)則德人化學工業影響之巨、於此可見矣。

十八世紀生計學始祖亞丹斯密司(Adam Smith)創「勞力卽富」之說("Labor is wealth")、至今言生計者未之能易。所謂勞力者、固不徒指手足之勤而言。彼殫精竭思以治自然物理之學而發明前人未闢之祕、以成開物成務之功者、乃真能勞者矣。

以勞爲之種、而福世利人之穫隨之而至、如響之不爽於聲、影之無逃於形。今之人心之未濬也、而唯濬物之求：智之未廣也、而唯廣業之務。不種而思穫、未施而望報。其反乎生計學上富之原理也甚矣、容有冀乎。

吾作此篇、將以明近代國富之增進，由其工業之發達、而其工業之起原、無不出於學問、因以見學校中科學教育之不容已。至於社會政治之組織、國民生計之情狀、無不於工業有直接關係；然當從他方面觀之、故其言如上而止。

（附記）此篇所用有機化學名詞既無舊書以供參考、又非融會貫通而後出之、恐不免有牴牾之處、容他日訂正。

七 科學與商業（註一）

楊銓

吾嘗以爲世之執業勤儉而不獲報於社會者、其唯商乎。操奇計贏、斟酌盈絀、初無不義之爲。而世見其不織得衣、不耕得食、遂詬病之、目爲賤行。雖計學名家如亞丹斯密司(Adam Smith)之流且陋習重農黜商、(註二)紛紛者何足責耶。然英自十八世紀竟以商戰雄飛世界、斯密司之言卒不中。吾國古未嘗賤商。周書；「農不出則乏其食、工不出則乏其事、商不出則三寶絕、虞不出則財匱少。」其等視諸業分工互賴之旨、溢於言外。管仲治齊、司馬遷作貨殖列傳、皆能明商之功用者。自漢高而後、商始日賤。重稅苛法、不得入仕、蓋不與齊民伍矣。夫商以通貨均富、其職在社會與農工同其重要、而術之難或且過之。白圭「曰、吾治生產猶伊尹呂尚之謀、孫吳用兵、商鞅行法是也。是故其智不足與權變、勇不足以決斷、仁不能以取予、彊不能有所守、雖欲學吾術、

（註一）見民國五年『科學』第二卷第四期。

（註二）見斯氏著原富論租篇。

終不告之矣。」其言誠是、然吾不欲執此而謂商遂優於他業也。業有專學、人殊稟賦、斯密司言分工之利不及天賚。其不能等視諸業者、其以此乎。

此篇之作、非欲爲商人吐其抑鬱不平之氣也。十九世紀以還。科學既一日千里、商業亦睥睨一世。自淺見者觀之、二者分道而馳、若不相屬。實則科學與商業相提並進、乃有今日。取二者之歷史讀之、其間之蛛絲馬跡固彰彰可尋也。吾將先述二者已往之關係、次言二者近世之趨勢。以蠡測海所得幾何、讀者或因是而進窺其餘、斯則作者所忻願焉。

科學何自而始乎。始於人欲。生民之初見、不越飲食男女、有所作、自爲也、故人私其私。文化進而有羣、羣之利則謂爲公、然從他羣觀之不過結體之私耳、故曰:「天下熙熙、皆爲利來:天下攘攘、皆爲利往。」利者、一切人爲之主動力也。有所欲、不惜以勞苦易之、以有利於己耳。人不能兼技、地不能百產、於是而有分工。計數之學由此始焉。既分工則不能無交易、於是而有商、商之鵠在因時地之宜均其貨產。以布易粟、人欲得當其酬、而度量以起。度量者、一切科學之基也。美科家學貝爾曰、「能量一種現象、則一

種科學之基礎以立；實則科學不能離度量而獨立。」(註三) 允哉言乎。有度量則知用數。中國上古結繩記事；祕魯(Peru)人以彩索記貿易出入、黃代金、白代銀、靑代粟、一結爲十、兩結爲二十、兩連結爲一百、餘仿此；英催租吏當紙筆未發明以前用長竿插地記租稅收入；他如身毒埃及諸先民莫不自有記數之術、近世數學實由是萌孳焉。(註四) 其後中國之算盤、巴斯加爾(Blaise Pascal,1623-1662)拔培遲(Charles Babbago, 1791-1871)諸人之算機、亦皆以商業日繁乃有省時便用之製。幾何學始於埃及、其用則以量地。(註五) 西國首用羅盤針者爲地中海之商船。(註六) 後世航海造船諸學之精進、列國通商與有力焉。更言地理學。好望角之得聞於世(1487)、歐洲通身毒海道之發見(1498)、成於葡萄牙人、其志在通商也。哥崙布信地圓之說、欲由歐洲西駛達

(註三) 見「科學」第一卷第五期四九六頁。

(註四) 見Science History of the Universe第VIII卷洛克(L.L. Locke)著算學史一一六頁。

(註五) 見洛克算學史一〇九頁。

(註六) 參觀兌伊 (Clive Day) 商業史 (History of Commerce) 七三頁。

亞洲之東岸、開歐亞通商之捷徑、不意而得新大陸、爲世界闢一金窟、地理學亦爲之別開生面。凡此皆就科學之去商業疏遠者述之、若農工諸學與商業有直接之關係者不遑論也。

凡事皆有精神與物質之激勵。輿儓賤役畢生操作、勞苦不悔者、欲得養生之具而已。然人之欲望、不囿於飲食居處、故顏子有陋巷之樂、蘇格拉底不以死生而易真理、是皆偏重精神者也。就極端言之、則商業之的在物質、科學之的在精神。然尋常事業往往介於兩者之門、求其純爲物質或精神者鮮矣。發明家與學校教師其最著者。當發明家之殫精竭思以成一物、其心目中未嘗有金錢也、然其計畫預算必求至廉、以圖商業之勝利。無他、商業之效微、則其所成之裨益人類亦不廣。發明電燈不自愛迭生始、然世多歸功愛氏者、以其能普及耳。故發明家之精神、在增進人類物質之幸福。人徒見發明家得物質之報、遂以賈利鄙之、誤矣。學校教師、在恆人必以純粹之精神職業視之。然以知識而易束修、以束修而易衣食、溯其原委、仍不能外物質而獨存。夫物質既爲人類養生送死之具、則凡橢項方趾者無得脫棄、不以其人在社會之地位而

異也。以物質精神强定業之高下者、是皆心有所蔽者耳。

今日商業食科學之賜衆矣雖有巧歷、不能盡數。就其大者言之、有輪船汽車、山海失其險阻有電報電話、千里如處一室。世界商業、蓋如人之筋脈、息息相通。昔之商務限於一國、今則橫五洲無在非交易之市。科學不僅與商業以交通之利器、更與以交易之物。今之商品不恃天然產物而重製造品、故必工業發達之國而後商業可操必勝之券、(註七)然工業之發達全恃科學、故三者具始可稱霸商業;英美德之先例可證也。最近德人之染料業進步史(註八)尤足爲法。其先世界多恃身毒之天然靛爲供給、德人思攬其利、窮七年之力費金五、〇〇〇、〇〇〇元、卒得新法、成新廠、貨出而身毒靛業爲之不振。一九一三年德之出口靛值金一三、〇〇〇、〇〇〇元、雖產靛之英亦購入值四〇、〇〇〇金元之靛焉。德之所以能期必勝者、固不僅恃工業學術也、其經商之法亦有足多焉。商廠重科學探討、大學學生習化學有心得者廠輒不惜重資聘

(註七)猶太人雖能專恃商業致富、然操術卑詐、非正軌也。

(註八)見美國商報(Annalist)第六卷一五四號七一一六頁。

之。任其研究何物、凡實驗室中用具偶不備、冀其他日或將爲有益工業之發明也。廠之管理法至精。一物之成、凡與有力者各得相當之報、雖販售之人與勞働者無向隅之憾、故人人樂爲用。其成功之大因、尤在擇貨之得當、代賣之得人。供必應求、然後其銷也速。德之代賣使者遍世界、皆爲青年學生、不時以其所居國人之嗜好需求報告本廠、故德人之商業根諸事實、不昧然從事也。莫里尼 (M. Molinie) 謂法人製貨求市、德人應市製貨。德法商業之巧拙蓋出是判矣。

二十世紀之商人所以能操縱一世富甲王侯者、其學識手腕有以使之然也。歐美大商店之供應對者多爲大學之畢業生、其他司事者亦莫非專家。一舉一動必先有詳細之調查、深透之討論然後行、故所爲鮮失敗。不特大商業行事如此、小商店亦然。某教授爲余言美國業雜貨者、其擇地也先期至欲居之街隙地、靜坐終日、計其往來之人數、如是者數日、又之他地、然後取所得之結果比較而定設市之地點。其謹愼將事、雖使科學家爲之不能過也。自近世實驗心理學出、商人即取而用之於廣告、於貿易、於擇人、其成效之著有出乎意料之外者。今諸學方日進不已、他日或化商業爲應用

心理學未可知也。

中國之商業尙在幼稚時代、數米而炊、量地而進、見不越錙銖、謀不外明昨、其遇西人一敗塗地宜也。今人欲致富者不經商而入仕、則商之爲商可知。雖然、吾人之商才素有聲譽於世、其不適於今日無學爲之輔耳。度量無定、市價各異、明明曰不二價、而買賣爭持動輒數十分鐘乃至數小時、其不堅信用多類此。小節不修、與言經商之大道有不怖爲河漢者耶。夫商、非今日强者所恃以亡人國之利器乎。身毒已矣、無數無形之身毒方踵相接也。吾願愛國之商人矍然興起、進求科學之方法、師德人之成效、以與世界抗衡。則中國其猶有艾乎。

第六編　中國之科學

一　說中國無科學之原因(註一)

任鴻雋

今試與人盱衡而論吾國貧弱之病、則必以無科學爲其重要之一原因矣。然則吾國無科學之原因又安在乎。是問也、吾懷之數年而未能答；且以爲苟得其答、是猶治病而抉其根、於以引鍼施砭、榮養滋補、奏霍然之功而收起死之效不難也。今欲論吾國之科學有無、當先知科學之爲何物。

科學者、智識而有統系者之大名。就廣義言之、凡智識之分別部居、以類相從、井然獨繹一事物者、皆得謂之科學。自狹義言之、則智識之關於某一現象、其推理重實驗、其察物有條貫、而又能分別關聯抽舉其大例者、謂之科學。是故歷史美術文學哲理神學之屬非科學也、而天文物理生理心理之屬爲科學。今世普通之所謂科學、狹義之科學也。持此以與吾國古來之學術相較、而科學之有無可得而言。

(註一)見民國四年『科學』第一卷第一期。

今夫吾國學術思想之歷史、一退化之歷史也。秦漢以後、人心梏於時學。其察物也、知其當然而不求其所以然：其擇術也、騖於空虛而引避乎實際。此之不能有科學、不待言矣。卽吾首出庶物之聖人、如神農之習艸木、黃帝之刱算術、以及先秦諸子墨翟公輸之明物理機巧、鄧析公孫龍之析異同、子思有天圓地方之疑、莊子有水中有火之說；揚己者或引之以明吾國固有之長、而抑他人矜飾之焰。不知凡上所云云、雖足以顯吾種胄之靈明、而不足證科學之存在。何則、以其智識無統系條貫故也。

雖然、歐洲之有科學、三數百年間事耳：卽謂吾國古無科學、又何病焉。顧吾嘗讀史而有疑矣。歐洲當羅馬帝國淪於蠻族、其學界之黑暗、殆非吾秦漢以來所可倫擬。迨十六世紀文學復興、而科學萌芽同時幷茁、弗蘭西斯培根 (Francis Bacon) 導其端、加里雷倭 (Galileo) 牛頓 (Nswton) 明其術、其後碩師輩出、繼長增高以有今日之盛。吾國則周秦之間、尙有曙光。繼世以後、乃入長夜。沉沉千年、無復平旦之望。何彼方開脫之易、而吾人啓迪之難也。謂東西人智慧不相若耶、則黃帝子孫早以神明著稱矣。謂社會外像利於彼而毒於此耶、則吾國異端之罷斥視彼方宗教之禁制方之蔑如

矣。是故吾國之無科學、第一非天之降才爾殊、第二非社會限制獨酷、一言以蔽之曰、未得研究科學之方法而已。

曩者哈佛大學校長愛里亦脫（C. W. Elliot）氏嘗覘國於東方矣。歸而著書告其國人曰、「關於教育之事、吾西方有一物焉足為東方人之金鍼者、則歸納法（Inductive Method）（註二）是也。東方學者馳於空想、淵然而思、冥然而悟、其所習為哲理。奉為教義者、純出於先民之傳授、而未嘗以歸納的方法實驗之以求其真也。西方近百年之進步、既受賜於歸納的方法矣。吾人欲救東方人馳騖空虛之病、而使其有獨立不倚格致事物發明真理之精神、亦唯有教以自然科學、以歸納的論理實驗的方法簡練其官能、使其能得正確之智識於平昔所觀察者而已。諒哉言乎。足為吾中國無科學之原因安在之答解矣。

或曰、論理學之要術有二、一曰演繹法（Deductive Method）、（註三）一曰歸納法；二者

（註二）按 Inductive Method 日本人譯為歸納法、侯官嚴氏譯為內籀術。今以日譯意較易瞭從日譯。

之於科學也、如車之有兩輪、如鳥之有翼、失其一則無以爲用也。今獨以無歸納法爲無科學之大原因、亦有說乎。曰、吾謂歸納法爲研究科學之必要、吾固未言演繹法非研究科學之必要也。雖然。無歸納法則無科學、其說可得、請於下方明之。

第一、歸納法者實驗的也。　論理學上之定義曰。由特例而之通義者曰歸納、由通義而得特例曰演繹。其應用於科學也、則演繹者先爲定例以驗事實之合否、歸納者積多數試驗以抽統賅之定律。其不同之點、則歸納法尙官感、而演繹法尙心思：歸納法置事實於推理之前、演繹法置事實於推理之後、是也。夫演繹法執一本以賅萬殊、在辯論上常有禦人口給之便、然非所以經始科學之道；蓋以人心之簡馭自然事物之繁、欲得一正確不移之前提、固甚難也。難之則將廢然無所用心、或奮其小智發凡起例、應用於實物而不驗、猶無例也。欲得正確之前提、必自從事實驗始。實驗積、關係見、而後相應之設論(Hypothesis)生。設論者、依實驗而出、又待實驗而定者也。使所設者試之實驗而不應、棄之可也。試之實驗而應、而定例乃立。是故實驗之後雖用設論、

(註三) Deductive 嚴譯爲外籀、今從東譯。

而其結論仍出於事實之歸納、而非由懸擬之演繹。故從事歸納則不得不重實驗、有實驗而後有事實、而後科學上之公例乃有發明之一日。昔夫阿里士多德之言曰、「無官感則無歸納、無歸納則無智識、無智識則不足知自然之定律」吾國學者之病、端在不恃官感而恃心能。其鑽研故紙高談性理者無論矣；乃如王陽明之格物、獨坐七日；顏習齋之講學、專尚三物；彼固各有所得、然何其與今之研究科學者殊術哉。此吾國無科學之大原因也。

第二、歸納法者進步的也。　科學為有統系之智識。唯其為有統系之智識、亦能為有統系之發達。即合衆事實而得一公例、而此公例又生新事實、合諸新事實又發見新公例。循環遞引、以迄無窮。此略繙一專門之書、而可得其兆迹者也。舉其最近之例、如物理學者研究稀薄氣體中電流傳導之理、而得所謂陰極光線(Kathode Ray)；因研究此陰極光線之性質、而得電子(Electron)之說；因此陰極光線之射觸於試驗管壁、而得所謂X光線；因研究X光線、而得所謂 α β γ 光線；因此三種光線而發見鐳之放射作用(Radioactivity)、而元素不變之說且因以震動焉。不特此也、一科學之

進步常起以影響於他科，而挾以俱進。此任觀一性質相近之兩科學而可得其例者也。如數學上微積分法發明而後、物理學之進步乃益可睹；物理學上高壓與低溫之術發明而後、化學上之氣體定律乃益確定、元素分析之法乃益精密；化學上光色系分析(Spectrum Analysis)與物理學上光波長短之研究精、而後日球之質體(註四)與空間恆星之進退(註五)可推算而知也。夫事理聯屬、相引愈進。然非用歸納法以為研

(註四)以三稜鏡分析日光成七色光帶、此光帶中、嘗間有多數黑線。物理學上之證明、凡一種元素嘗白熱時、以三稜鏡觀、嘗呈一種色光。而此色光通過其本質之氣體、其溫度較低於發光體時、則嘗為此氣體所吸收、而呈黑線。故日光光帶中黑線、由其光線經過包裹日光之低溫氣體為所吸收而然也。其被其吸收、則日體中有此物質之證也。

(註五)觀測星象時、其星之對地球而左右馳者易見、向地球而前後行者難見。今天文學家應用物理學上光波長短之定理、以此星光分帶與其他七色光帶相比較、設其星向人行者、其光波被促而較短、其光帶之色彩常與他光帶之色彩常有一定之差；若此星背人行者、其光波被引而較長、其光色位置之差、適與前者左右相反。故觀其色光相差之方向、而可以知其星之進退云。

究、則前者與後者爲無意味。用歸納法有時雖誤、而亦有得。讀者亦知化學之起原乎。當物質不變定律之未發明也。歐洲人士精心鍊金之術、以謂黃金可以由他質變成：於是鎔鑄化鍊、不遺餘力、而其結果、則黃金未得而化學以之始誕。此無他、以其發見種種新事實爲研究之資故也。不由歸納法。則雖聖智獨絕、極思想之能、成開物之務、亦不過取給於一時、未能繼美於來祀。某說部言有西人適中國者、以吾指南針發明在數千年前、謂必精美逾彼所有；入市急購一具、則彼所見與數千年前之物無異。凡若此類、其例宏多、豈特一指南針哉、故無進步之術者、必無進步之學、此可質之萬世者也。

要之、科學之本質、不在物質而在方法。今之物質與數千年前之物質無異也、而今有科學、數千年前無科學、則方法之有無爲之耳。誠得其方法、則所見之事實無非科學者。不然、雖盡販他人之所有、亦所謂邯鄲學步、終身爲人廝隸、安能有獨立進步之日耶。篤學之士、可以知所從事矣。

二 中國之科學思想(註一)

王璡

中國立國數千年、自命爲文物之邦、然科學之發達、則遠不如歐西。今日之國弱民貧、亦由於科學不振之故。論者推測其因、或歸咎於吾國學者之不知歸納法、(註二)或言吾國素鄙視物質科學、不加注意。此二說者、皆理由充足、針砭得當。惟除此二說之外、竊意吾國學術思想、受吾國歷史與民性之影響甚巨。歷史之影響、卽專制之影響、而民性之影響、乃依賴之影響也。曾考吾國科學思想有可發達之時期六。一曰學術原始時期、二曰學術分裂時期、三曰研究曆數時期、四曰研究仙藥時期、五曰研究性理時期、六曰西學東漸時期。在此數時期間、一部分學者、或注意於宇宙之物質構造、而加以思索：或致意於創造或實驗、以求天然能力之利用：或受外來新思想之激刺、而生新反應與見解。苟能善用此等機會、則科學之發達、亦復不難。惟其來也如潮、其去

(註一)見民國十一年「科學」第七卷第十期。

(註二)參觀任鴻雋君中國無科學之原因。

也如汐、旋見旋沒、從未有能持久而光大之者、細索其故、似覺專制與依賴實有絕大之關係。今試論之如下：

以政治專制而言、歐洲中古君主之專橫者、實遠過於漢唐宋明之帝王。惟以學術的專制而言、則全世界無逾於中國者。學術之專制、有政府之專制、與學者之專制。因有政府之專制、然後有學者之專制。開吾國政府學術專制之端者、厥爲吾國之『先王』。有吾國『先王』神道設教之學術專制、然後有秦史治學術之專制、然後有漢陰陽家學術之專制。然後有唐宋詞賦學術之專制、明清八股學術之專制。吾國數千年來、學風之隆替、學術之變遷、全視朝廷之提創與否。而朝廷之政策、每援引『先王』爲證據。吾國『先王』魔力之大、爲全世界各國歷史所無。推原其故、蓋由吾國原始時期之酋長、如伏羲、神農、黃帝、堯、舜、等、其智慧高出於衆民者太遠。其能力之巨、不但與人民以物質之文明、如宮室衣服舟車耒耜網罟弓矢。推而至於指南車之製造、度量衡之審定、其發明之多、爲近世以前所未有。（此實吾國最早之科學思想發生時期）而且與吾人以奇異之哲學。此哲學爲何、即今之易經是也。其哲學匯聚天然現象之觀察、

心理之感觸、人事之休咎、玄理之探索於一爐而鎔化之、制成一種神道設教之學說、而强迫人民以聽從。其力量至爲偉大。世人有謂易不過爲古人卜筮之書而輕視之者、不知古人之藉以控制人民者、一爲曆數學之真科學、與易學之僞科學。曆數學言天之常道、使民信。易言天意、使民懼。能使民信、能使民懼、而專制之能事畢矣。吾國古代凡一新朝代之君主出、必修整曆易以振動人民之視聽。(註三) 故書經曰、「平秩敬授、作訛成易。」古代人民視君主不但視爲君、幷視爲師、且視爲神。盤古、古代神話時期之君主也、而謂其有開闢天地之功。女媧亦古代之君主耳、而謂其有補天之能。反觀歐西古代之神話、雖同一荒誕。至於其最早之宇宙觀、則言天造人、(註四) 而不言人造天。觀於此卽可知吾國君主專制之力、迥非泰西君主所及也。至於周時、則凡百學術、俱掌之官。學校之教師無一而非官吏。學校之課程、以六藝之人事學爲主、於易曆之天道學、則祕焉不授。故周時學術雖盛、而普通人民之學、皆但求能行、不求能知、如

(註三)參觀章實齋文史通義易教篇。

(註四)耶蘇聖經舊約。

無源之水。故一至戰國時、中央政府衰、而學術遂呈分崩之現象矣。此吾國科學思想原始時期、卽受專制束縛之證據也。

自周室東遷後、王室衰微、不但政府失中央之重心、學術亦失中央之重心。於是莊列楊墨等諸子、蜂起雲湧、各持異說。此亦學術專制失敗後必有之反應也。此爲學術分裂時期。此時期間、學者之思想、較前爲豐富亦較爲科學的、其與前不同之點卽爲思想尙分析而不攏統。莊子（註五）評論周末諸子之缺點曰、『不偏不該、一曲之士也。判天地之美、析萬物之理、察古人之全、寡能備於天地之美、稱神明之容』由是觀之、周末諸子以前之學、卽在備天地之美、稱神明之容、卽爲合天然思想、宗教思想、玄學思想爲一之易學、此種學說、爲妨礙科學思想的、而非激發科學思想的。至於諸子之學、大概爲判析的思想、其與近代科學思想、有極相同者數點。

（1）定名之嚴確。　吾人欲硏究物理學者、必於物理學名詞有準確之觀念。此點墨家與名家頗極注意。墨經對於形學及名學之名詞、其定義之嚴密、爲吾國思想

（註五）莊子天下篇。

界所絕無而僅有。例如同之定義、則曰一中同長；平之定義、則曰同高；又如倍、爲二也；力、形之所以奮也；皆確當無比。

(2)天然現象觀察之微密。　諸子中如莊子等、對於天然現象之觀察頗廣、故其書中所舉蟲魚鳥獸之名極多。其『久竹生青寧、青寧生程』近人且附會之、謂之爲吾國之天演學家固屬牽强之論、惟莊子之『風之過河也有損焉、日之過河也有損焉』二語、不能不嘆其觀察之精密。其餘諸子與此相類之語正多。

(3)於常人不注意處下嚴密之思索。　虛渺之思索如玄學易學者、固無當於科學之進步。惟切實之思想、視之似超妙而極合理者、則爲科學進化之必不可無。牛頓、來孛聶茲、愛恩斯坦皆此種人物。周末諸子中之惠施即具超脫及合理之思想。惟惜其駁雜不醇、有時好爲强辯、以至瑕瑜相掩、令人失重視之心。例如惠施言『飛鳥之影、未嘗動也；』又如『鏃矢之疾、而有不行不止之時；』又如『一尺之棰、日取其半、萬世不竭；』皆有至理存焉。

(4)貴思想之實地應用。　墨翟、公輸班之徒、皆實地應用機械原理以製攻守之器

具。

由以上所舉觀之、吾人不妨稱學術分裂時期之思想、爲吾國科學思想之黃金時代、惜其不能永久、但如曇花之一現者、蓋由於兩種專制力有以摧殘之。其一種卽爲秦始皇之政治專制、又其一則爲孟軻荀卿之學術專制。始皇之敢於焚書坑儒者、實有覦於先王時學說之統一、故欲襲其故智以實行其統一。孟子荀卿之攻擊異己者、俱不遺餘力而斥之爲洪水猛獸、以驅除爲己任。使之爲君主、則其撻伐「異端」之手段、或亦類始皇之嚴厲。蘇東坡謂始皇之暴、實原於荀卿之學說。其語亦不無片面之理由也。自秦以後、學術專制、遂爲君主控制天下之不二法門。思想界遂慘淡而無彩色矣。

兩漢及魏晉數朝、皆爲陰陽家當行之際。學術思想之受其害者、既深且廣。惟於天文曆數二科學、不能謂無大進步。科學中在吾國之稍有根底者、卽爲天文曆算。而成其端者卽兩漢張蒼落下閎司馬遷等、皆精於曆算而後漢之張衡賈逵研究尤深。吾國天文學之傑出可首屈一指者、卽推張衡衡之地動儀與渾天儀、皆備具精巧、爲吾國

後世所莫及。其對於宇宙構造之觀念、詳見於彼所著之靈憲說。(註六)至於思想超脫、不爲俗見所束縛者、當推王充、其所著論衡一書、能闢當時纖緯術數之謬見、而抱一懷疑態度。其討論之頗合於科學方法者、厥有數點。(一)不認前人之說爲全是而無非、故有問孔非韓刺孟諸篇。(二)討論貴有合理之推測、與最近之證據、例如談天、說日諸篇、欲言女媧鍊石之必不可信、從物質上時間上與能力上三點着想。比較天質與石質、比較共工女媧之力與天之力、比較堯舜之時與開闢之時、而決其事之萬無可能性。又如批評鄒衍大九洲之說、先取最近之證據、如張騫使西域之經驗、而覺鄒衍說之無稽。再就理想方面設想、因太陽出地與北極關係之觀察、覺世界地面之大、必遠過中國所有者數倍、而斷鄒衍之說爲合理。可稱有討論真理應有之精神矣。(三)除去儒家及俗人虛增之習慣。(註七)以上諸事實、不可不謂之漢代之科學思想及成績。然其思想究不發達、成績究不豐富、且不久遂沉寂無聞者、亦復有故。卽漢代

(註六)後漢書張衡傳注。

(註七)參觀論衡書虛變虛語增儒增等篇。

無論何學派，皆依賴於陰陽五行學派也。儒家與道家、固始終不相容者也、漢時雖文景尚道、武宣尚儒，而陰陽學說、則無時不極盛。且為陰陽學說推波助瀾、用力更巨者、儒家且過於道家。前漢書曰、漢興承秦滅學之後、景武之世、董仲舒治公羊春秋、始推陰陽為儒者宗。宣元之後劉向治穀梁春秋、數其禍福、傳以洪範。於此可知儒家之重陰陽學說。且觀前後漢書天文志、皆不過一二卷、而五行志者皆多至五六卷。災異術數之說、上下風行。其影響於學說者、即使學者乏分析之能力。於是宗教與物質之研究不能分、人事與物質之研究不能分、思維術一混亂、而真理無由明矣。其影響於政治者、為方士求仙、巫蠱惑主、而漢且亡於道教之黃巾、學術依賴(註八)之禍亦烈矣。

陰陽五行分配之學說、實濫觴於易學、然經一朝代、其說即變本加厲、而愈深固。其說之所以不易顛仆者、在於其學說之可以活動應用、且未曾一受實驗之考試。其稍與以實驗之嘗試者、即南北朝及唐代之仙藥家、即吾國之點金術家(alchemists)也。仙藥家中品之較高者、專以養生為主；其品低者、則謀利欺人、無所不為。惟養生與謀利、

(註八)張衡與王充亦主張陰陽五行論。

皆必有物質之根據、而不可全憑空言、於是不可不稍爲金石草木之研究。因有仙藥家草木之研究、如陶宏景蘇頌者、於是吾國之本草學以傳以盛。因有仙藥家金石之研究、如魏伯陽葛洪之徒、於是有鉛汞之學說。充鉛汞說之量、應足以發吾國化學之端、因其術與歐西中古之點金術、因極相類。若一細讀抱朴子、參同契、鍾呂傳道記諸書、則見仙藥家對於金石之實驗研究、實頗有所得。(註九)今略敍其所得之結果數則如下、雖以今日化學全盛之時觀之、其所成就與觀察所得者、皆不啻兒戲。然當時固極人主及富貴者之威權財產以求得者也。

(1)汞與汞之化合物有昇華性、鉛之養化物有沉降性。

(2)燒丹砂而得水銀、燒鉛而得金銀。(因鉛內雜有金銀故)

(3)植物灰能助金石於燒鍊時得流動之功用。

(4)燒水銀復得丹砂。

(註九)參觀科學雜誌五卷三期東洋古代文化之化學觀及五卷七期中國古代金屬化合物之化學。

(5)水銀與金屬能結合成乾汞（卽汞金）。
(6)硫黃之能伏金屬（卽成硫化物）。
(7)胆礬與鐵之放銅。
(8)雄黃水之製造。
(9)胡粉之還原與養化等等。

以此等毫無統系之試驗。解決人力萬不能之長生與點金術。其失敗固毫無足惜。惟歐洲之點金術失敗後、真化學就此萌芽。而吾國之點金術失敗後、道教迷信之風不因此而衰。真科學仍不發生。探索其故、又不得不歸咎於陰陽五行之學說、而怪其同化力之巨。蓋仙藥學說之發源由於陰陽五行論、故其歸根仍入陰陽五行論、而不生其他新影響。仙藥家之自命造詣較深者、其入手時、卽不自認其目的爲點石化金、更不認服食金石鍊成之丹藥有長生之功效。其視丹藥之成不成、鉛汞法之當不當、固無一種懇切企望之志。其鍊丹事業，幾如吾國文人之焚香彈棊、爲一種消遣寄意之舉。故朱熹(註十)云、「養生無非在魂魄水火(意謂身中之水火)之互相周濟而不相

離、所以能永年。養生家說盡千言萬語、說龍說虎、說鉛說汞。說坎說離、其術止是如此。」鍾呂傳道記鉛汞篇亦云、「眞氣隱於人之內腎、所謂鉛者此也」又云「心液中有正陽之氣。所謂硃砂者、心液也、汞者、心液之中正陽之氣」。觀以上之諸說、彼仙家固以文人作詩賦用比興之意視鉛汞術、於是宗旨方法之根本、皆完全動搖、而實驗之必要、亦遂爲人所輕視。此歐洲點金術之所以能爲化學研究之先鋒、而在吾國則影響極微也。

宋儒研究性理、自謂爲儒術之正宗、排斥佛老、然其學實依賴於釋家、道家、儒家、混合同化而成。黃宗炎且謂周敦頤之無極太極圖、乃得諸陳摶、(註十一) 其言不爲無據。但言中國科學思想者、不能不及宋儒。一則因宋儒言格物致知、二則因宋儒對於宇宙及各天然現象、有時亦加以詳細之觀察及思慮。案宋儒之所謂物、不但指物質與天然物體、大概俱指人事。故朱子對宋孝宗論格物、有「陛下未嘗隨事以觀理、卽理以

(註十)朱子語錄。

(註十一)宋元學案濂溪學案。

應事」之言。然有時亦指天然物體而言。宋儒邵康節等、於曆算天體、頗致研究。有時思想頗深。例如程伊川見邵康節伊川指食棹而問曰、此棹安在地上，不知天地安在何處?康節爲之極論其理、以至六合之外。伊川嘆曰、「平生惟見周茂叔論至此。」又朱子對於山川成就之感想有云、「天地始初、混沌未分、想只有水火二者。水之滓脚便成地。今登而望羣山、皆爲波浪之狀、便是水泛如此。只不知因甚麼事凝了、初間極軟、後來方凝得硬。」又云「嘗見高山有螺蚌殼、或生石中。此石卽舊日之土、螺蚌卽水中之物、下者卻變而爲高、柔者卻變而爲剛、此事思之至深、有可驗者。」此等言論、不得不稱爲朱子之地質學。但宋儒雖言格物致知、惟在吾國仍絕少科學之貢獻者、其顯明之原因有下列數項。(一)宋儒之所謂物、既無定義、故其研究極泛博而寡要、且無方法。(二)宋儒言天道、卽陷入陰陽家分配之說、而邵康節周濂溪等尤甚。因其喜分配、故程伊川有天地萬物之理無獨必有對。夫胸中既存有對之成見、則必陷於牽强、而觀察難確矣。(三)宋儒之心法、大概脫胎於釋氏。有所謂內觀之學說。故其格物、每不就物格、而但倘心內玄想之格。故邵康節云、(註十二)「夫觀物者、非以目觀之也、非

觀之以目、而觀之以心、非觀之以心、而觀之以理。所以謂之反觀者不以我觀物也。一此等論調、完全用直覺入手、鄙視實驗與觀察、欲其於天然科學及物質科學有所貢獻難矣。

在以上所述之數時期間、科學在中國皆有發生之機會、而卒不能發生者、或由於專制之摧殘、或由於依賴之斲喪。迨西學東漸之後、科學在泰西之已有根底者、輸入中國、此等外來之科學、是否亦受此二事之影響、此固非一人一言可預斷。然一細觀往事、大有使人不能不失望者在。案歐洲科學輸入中國大概可分爲三時期、一爲明清之交、一爲同光之交、其一則爲今日。明清之交、西方天算之科學、由利瑪竇、南懷仁、湯若望等輸入中國。吾國之人闡揚而光大之者、在明有徐光啓在清有梅文鼎、而清帝仁祖亦爲西算護法之一人。其學似宜可大盛。惟實際觀之、天算之學、在清非但不若經學之盛。乾嘉以後、且有將成絕學之虞。其狡而稍窺西學者、尤復取天文實用之書、雜以中國五行生剋之理、至堪輿家言、亦取地圖經緯度等言、以足其書。劉獻廷言(註

(註十二)宋元學案邵百源學案。

十三）「術數之書、大抵太公子房武侯藥師輩、無一幸免。今又災及泰西之學矣。」可知陰陽五行之學說、在清代之時其勢力已成强弩之末者、對於泰西之科學猶欲摧殘其獨立。苟無雅片戰爭以後之局面、則西算在中國必爲絕學、固無疑也。同光以還、吾國怵於歐洲之船堅礮利、於是復言科學、設譯書局、製造局、船政學校、遣派留學等等、名之曰「洋務」如是者幾五十年。而全國之鄙棄科學者仍如故、科學事業之不發達者仍如故。而輸入泰西科學比我較遲之日本、反能極力推廣利用、一日千里、吾國已望塵莫及。論者揣測其故、皆云同光間吾國之言科學在提創者不知科學爲何物、但懸一富强之目的、以官僚之政策、行科學之事業、初固不視科學爲一種獨立之學術、可與經史並立。及屢次外交失敗、戰爭失敗、對於科學之信仰心遂弱、在學習者、亦祗視科學研究爲出身之一途、其精神已不若研究經史者之純粹、加以見聞狹隘、興趣索然、故亦不久即棄之如敝屣。故同光間科學在中國之失敗、即在社會與學者之心理、皆不視科學爲研究真理之學問、不知其自身有獨立之資格、固不必依賴富强之

（註十三）廣陽雜記。

號召為其存在之保護人也。時至今日、其形勢復一大變。國內『科學』『科學』之聲、洋洋盈耳。社會中教育界實業界之望科學、如飢渴者之望飲食、此後科學在中國、或將培植得宜、耕耘不替庶良禾不致復為稂莠所毀也。惟杞人之憂、以為學術專制及學術依賴之風、在中國今日猶未全滅。一般學者之視科學、或但以方法視之、或但以技術視之、立論稍一不愼、卽能使科學喪其獨立之資格、以至於退化。須知科學者、其職務為搜求天然眞理、維持人類文明、其自身之價値、固不在道德宗教政治下也。

三 如何發展中國科學(註一)

翁文灝

中國科學社例於夏間舉行年會、此爲其十一次、曠觀近來科學界之大勢及吾國之特別情形、殊不能不有一種應時感想而此後如何進行、如何發展、更不能不有所希望、敢就個人思慮所及、略貢管窺之辭、竊附贈言之義。

吾人所處時代、實爲科學歷史上極可紀念之秋。科學界重大進步如相對論之發明、不過近二十年內之事。相對論之價值不僅在其理論之精闢、而尤在其能有事實之證明。愛恩斯坦氏嘗自言相對論之能成立或失敗、全視乎三種天文現象之能否實驗。三者維何；一曰行星繞日軌道之變化：二曰日光分光象之趨近紅色：三曰星光受日球吸力之偏倚。此三事者、第一事未幾卽已證實、次者約翰(Dr. C. E. St. John)博士亦在維爾孫天文臺證明之。第三事今又於1922年九月日蝕時在澳州觀察實驗之矣。由理想之推論而得事實之證明、此誠科學家最高之快慰、抑亦人類思想無上

(註一)爲中國科學社十一次年會作、見民國十六年「科學」第十一卷第十期。

之光榮也。又如化學原子之研究，由物質單位之舊觀念進而達到原子之破碎、遂以打破質力之分界。從前科學家對於以太(ether)之假想、能力(energy)之探討、非不言之津津、具有至理：而按之實際、終嫌空虛、不脫假設。今之物理學及化學乃由原子進而研究電子(electron)、其重可量、其速可測、驗之物質、則元素之變換既已成功、證之能力、則質力之互通、無復疑義。此誠物質科學極大之勝利、可謂宣洩造化之祕者也。而吾人躬與其盛。及身見之、仰亦幸焉。

卽就個人閒知較親之科學——地質學——言之、向者所學，蓋猶爲康德(Kant)或拉孛拉斯(Laplace)之緒餘、冷凝縮縐海陸迭乘之成說：今則因經緯度及重力之精測、地殼均衡(isostasy)已成證明之事實、海山變遷之原因、遂得較碻之說明、而如若里(Joly)地殼放射能之研究、惠格納(Wegener)大陸漂流之學說、諸地震學家地球內部彈力密度之測量、此皆爲地質學開闢新蹊徑征獲新疆域者也：而其發明進步、皆不過近三十年間事。吾輩出校未久、鬢毛未衰、而環顧學術潮流、早已澎湃直前、一瞬千里、苟非捷足窮追、卽成落伍疲卒、可不愼歟！

當此世界科學猛進之中、我中國學術界貢獻幾許、位置如何、言之良堪愧怍。今試證之旁觀者言、或可藉為借鏡之用。1924 年英國老地質學兼地理學家格雷哥利 (Prof. T. W. Gregory) 嘗於自然週刊 (Nature) 中著一文曰『中國之科學復興』(The Scientific Renaissance in China)。其中列舉事業大要可分為二類;(一)關於教育及文化者、格氏列舉國語之統一、注音字母之實行、教育課程之討論及各大學之創立、以為皆於中國文化大有影響。(二)專門學術機關之成立、格氏所手屈一指者。在北為協和醫學校、在南為香港大學、此皆為外人經營者:中國所自辦者、格氏於教育機關則首及北平東南廈門清華諸校、於研究機關及團體、則舉及地質調查所、工程學會、化學會、地質學會等。格氏所論自係局外者言、不無誤會掛漏之點、然亦足以代表外國一部分學者對於吾國科學事業之大概觀念。

格氏復綴以結論曰:『中國政治紛亂、以上事業、或竟不克善終、種種計劃未可遽抱樂觀、然中國歷史足以鼓勵對於將來之希望。……現時亂狀、或尚有數年、然和平終當有恢復之日、雖暫時困於政治之混亂。軍閥之摧殘、而新中國之復興、仍極有進步

之望也。」

"It may be felt the outlook of those schemes is not promising and that the existing political chaos in China may bring them to naught. But Chinese history encourage Confidence as to theirfuture......Though the present disorder may last for years, peace will assuredly be restored. In the near time the new Chinese Renaissance promises to make good progress in spite of the political turmoil and military misgovernment."

吾國近年來所發生之科學事業、實尙不止格氏所列舉：語其要者、如醫學、生物學、氣象學、工程學之研究、皆已有一部分之貢獻與相當之成績、故吾國科學事業謂之幼稚草創誠無可辭、若欲一概抹殺而漫曰：「中國尙無科學」、如間有一部分人所云云者、此則自暴自棄之言、吾人所絕不願承認者也。惟當此時局泯棼、方始萌茅之科學事業、誠有岌岌不可終日、如格氏所慮者、斯則大可惜耳。試囘顧以往之歷史、民國以前、國人之言學者、只知言編譯外國之成說、而不知自圖新鮮之貢獻：只知重路礦槍礮之造作、而不知爲自然眞理之探求：偶有科學名著之譯印、如天演論等書、亦不

過供文士揣摩抄襲之資料、而未有以爲實際觀察試驗之針導。當此之時、誠可謂未嘗自有科學。今則有志之士、排萬難耐艱苦以從事於研究事業、而冀有所貢獻於人類知識之進步者、大有其人。徒以時期未久。環境不良、重要績效尚不甚多。然研究功效、固非可期於旦夕之間、專門研究卽有重要結果、亦未必爲盡人所能喻。惟近十餘年來、中國人科學精神之漸次發達、世界科學記載中漸見有中國學者之新鮮貢獻。而此類貢獻中、亦間有爲世界學者所傾服而稱引者、此則不可掩之事實、而足可引爲民國以來歷史的紀念者也。

當此科學研究方始發軔之期、幼稚缺憾之處、自所難免。則試更引旁觀之論、借爲吾人警惕之資。

洪廷楝 (Ellsworth Hountington) 者美國著作極富之名地理學家也。近作太平洋之西(West of Pacific) 一書、中有一段述其參觀福州造船廠後之感想、言該廠正在製造飛機、有中國技師告之曰：『吾輩力求新式、時讀專門雜誌、惟苦不易瞭解、竟不知應仿何式爲佳：故就大概而論、惟有俟製造方法見之教科書後始能利用、尤以英

國教科書爲最善。」洪氏乃槩以論曰；「夫製造飛機有數時期、研究試驗其第一期也。苟不自行研究試驗、卽不能有最新製造。第二期則以研究試驗之結果表之公衆、使他人亦能仿造、非有此第二期、則航空事業不能望有新發展。第三期則所有發明成立已久、著書者採入教本成爲常識。在此時期較新發明又復續出；若抱此自足、則必後於人矣。中國今日去教科書時期猶或未至、蓋中國人不自著書、僅用他國人之書而已。中國程度大抵不脫此時期也。」其後數語原文如下：

Chinese are, scarcely in the textbcok stages, for they do not make their own books, but merely follow those of other countries. In most things, the Chinese are in this stage. 洪氏因此卽謂中國革新、非有外國人指導不可。(Another illustration of what I fear will happen if China tries to modernize herself without external guidance). 此其所識、誠不無過甚、然其所謂「教科書時期」也者、則吾亦嘗有同感焉。大學畢業之士、固不乏以能瞭解講義或教科書爲盡求學之能事者、不可謂非一部分中國學者重大之迷謬也。有中外學者二人於此、學相同、年相若、業復相似、乃數年或十數年之後、外國

學者研究著述卓然名家、而中國學者則拘守師說、故我依然。若此之例、蓋嘗屢覯、誠大半由於環境使然、然亦半由求學觀念不無歧誤故耳。

學問意義有兩種；瞭解前哲研究之結果享受既得之知識復傳之於後人、此其一也。就前人所未解決或未注意之問題、從事研究、有所發明、於學術有貢獻、卽爲人類知識求進步、此其二也。二者固各有所宜、不可偏廢、亦因人之性質而各有所近、然在今日中國則亟應提倡自動研究之精神、庶有學術發展之希望。美國某專門學者近爲予言：『中國留學生曾從爲學者、類多頭腦明晰、讀書能得要領、以爲教授當頗相宜。然多不好爲實物之觀察、並不屑爲瑣細之注意、則學術研究希望甚少。』此誠洞中肯綮之談。而吾輩所當聞而自警者也。夫使有學問而不研究、僅求現成知識之傳習、而無自動發明之精神：則充其量不過如洪廷棟氏所謂『讀他國人之書』而已。中國科學、豈有能自立之一日哉。而況科學理論、不驗不明、不用不顯、吾儕畢業大學者在初等教科書中儘多不能澈底瞭解之處。往往因經過新問題之研究而舊理論之意義始克充分明瞭。以聞托夫(Vant Hoff)氏之天才碩學、而自言對於化學中亞服格

德羅氏律(Avogadro Law)且歷久未能瞭解。故不自起研究而僅知讀書受課者、不特不能自有貢獻、即對於現成知識是否真能精通、恐亦有未易遽言者：於是皮相文飾之風因之以起、而學問之真意竟亦失矣。

中國一部分青年學者有時對於學術貢獻視之過高：以為發明新得此何等事、我儕初學詎能希冀；而不知行遠自邇登高自卑、科學問題隨在皆是、奮起研究非異人任也。惟科學研究既貴精確、又貴有恆、不可以一得自滿、不可以瑣屑見輕；浮光掠影之談、不足以稱實學、機械模仿之作、亦不足以當研究；實事求是、誠心求真、始克有濟、昔德國名化學家奧斯華德(W. Ostwald)氏嘗作科學名人傳、分科學家為二大類：一曰天才者、思想奮發、著述豐富、觸處皆機、隨在有得、於短時期內所得知識突越前人、鴻篇巨著陸續不絕；然與會易竭、意念時遷、早出倦勤、有如才盡。二曰力學者、守一定之範圍、研究少數之問題、矻矻孜孜、鍥而不舍、不輕於發表、不好為空談、以此終身不厭不倦。奧氏以此分類、歷證前賢、若皆默契。而於二類學者對於科學貢獻之功、實不能有所軒輊、蓋一則勇往直前、一則強聒不舍、各盡其能、各致其力、此其精神皆有足為

吾輩取法者。

吾人對於學術研究不必視爲過難、然亦不可視爲過易。視之過難、則妨進取之心，視之過易、則輕於發表而錯誤過多、失一己學術之信用、增他人研究之困難、甚可惜也。關於此點、外人之在中國研究科學者、似亦往往不能無所遺憾。蓋外國科學家或有成爲科學家之志望者、來至中國、殆莫不抱有一種發見熱、以爲新鮮材料俯拾卽是、凡所接觸皆是發見；此則吾向所謂學術的黃金世界之觀念之流弊也。因此心理、凡所觀察研究、若在歐美非經過詳密之考證、專精之參研、所不敢遽爲發表者、在中國則對國內既不慮專門之評判、對遠方復易爲新奇之宣傳、遂不免意存誇大、掉以輕心。實則科學研究務在真實、苟有錯誤、雖足以塗耳目於一時、決不能泯是非於永久。其間錯誤誠大抵出於無心、且以參考缺乏之種種困難大可原諒。然歷觀往史、好名廢實者、蓋亦非無其人。證之地理、例如俄國普理無華爾世基 (Prejevalsky) 抹殺中國元清兩朝探察河源之前功、而改名扎陵諾陵二湖曰俄國湖 (Russian lake) 及探險湖 (Expedition lake) 以自矜其發見、此可謂學術界之笑談；證之地質、有如法人戴

普勒(Deprat)之於雲南地質竟至有故意僞造之嫌、(此係據法國學者所證明、其故意之程度是否如其所言之甚似不無問題) 此可謂學術界之不幸事而中國學者所應取以懲毖者。研究惟以求真;宣傳不宜失實;而況中國學術研究發軔方始、信用未立。更宜惟精惟碻、實事求是、始足與世界學者相見、而確立中國科學之基礎。卽發表文字、亦必須參考精詳、記載確實。研究精神固須注意、著作形式亦宜講求。吾國昔賢著書有數易稿而猶不敢問世者、外國從前科學界對於科學著作亦極愼重。愷文迭喜於物理化學造詣極精、發明甚多、而其著作及身公表者僅不及百頁。達爾文(Darwin)對於生物進化之研究經過二十年繼續不斷之觀察、始行著書發表其天演學說;其所以能風動一時者、不惟以其理論之堅實、抑亦因其文字之精審。近代印刷較易、發表較速、益以學術之研究仍不免國際之競爭、難忘好名、爭思捷足。然高等學者對於重要著作亦仍再三校讀始肯付刊;青年學子之初執筆爲文者、尤必就教於較有經驗者閱讀指正始敢發表;亦必如是始能得重要刊物爲之登載。眞理價值不因發表之旦暮而大異、研究精神卻視記載之得當與否而不同。承學之士、不可不

勉。吾國科學成績、必賴外國文字爲之宣達、既已多一困難；而排印西文製造圖版、又復缺乏經驗難臻完全、雖似末節、實亦我國科學界之一大問題也。

嘗聞之比國地質學者谷迺(Cornet)氏言一國地質學之進步、可分爲三時期：一曰開創時代(heroic period)；二曰紊亂時代(chaotic period)；三曰整理時代(synthetic period)。蓋言初研究一地方時、新發見新觀察殆觸處皆是、學者因其新奇、爭先發表、錯誤之處、在所難免、紊亂情形因之而起。凡此程序各地皆然。故吾嘗曰；發見者開創者(pioneer)應盡本份、而錯誤亦卽開創者必有之副產也。迨粗略之觀察漸周、則精密之研究卽起、於是而入其所謂整理時期焉。此其所言、凡各自然科學皆可適用之。然以此衡量中國現在情形、則頗有數種科學似幷紊亂時代而尤未至也。就吾所知、如生物學、氣象學、地質學、今已頗有研究之人、於谷氏所謂開創或紊亂之程度、亦或庶幾近之。而就吾所知較近者、則地質學中近年研究如太原系之確實時代、上新統之確定界線、黃土之成因、造山之時代、人主一說、各不相謀、雖在宿學難免反對、而頗有紊亂之象焉、豈誠有不可免者乎、然亦未可盡以爲輕率者解也。尙有數種學科則

似尚少爲新剏之研究以作開創之工程者。至於所謂整理工作、則無論何科最多不過十居一二偶見而已。而且就進步程度言之、必先多有詳細的觀察而後能作精密之歸納、歸納過早、容易致誤、或亦非所尙也。

十餘年前吾國對於科學僅知有教科有編譯、而不知有研究。近數年來則公私團體漸知以自動研究爲事、其爲進步夫何待言。惟研究之人既漸多、研究之機關既相繼設立、則彼此間相互關係必須完滿愉快、始能望充分發展、則合作精神爲必要焉。昔者美國古生物學初興時有哥布(Cope)與馬世(Marsh)二氏輒在同一地方爭相採掘動物化石、互相侵奪、各不相下、科學家至今惜之、引爲深戒。反之如英國達爾文費二十年之研究始發明『物競天擇』之理、同時沃力斯(Wallace)亦悟及『適者生存』之義、達氏不願爭名欲讓沃氏先爲發表、經友人之勸始同時印行、而沃氏亦充分承認達氏研究之廣博、雅量互尊、科學家引爲美談、莫不欽仰。蓋學人研究固不妨有競爭之心、以鼓其進取之氣、然競爭有道、絕非攘奪傾軋之謂、必互相尊重然後有眞正價值可言也。

近代科學機關愈設愈多、然凡一機關之設立、莫不對於同類或相關機關間之關係鄭重考慮、以免衝突。對於性質相同者必尊重優先而力避重複之工作、或商定界線而各守應盡之範圍。蓋分工則用力專、合作則成功速、二者相成非相反也。卡迺吉學院（Carnegie Institution）美國學術機關規模最大者之一也。其創立宗旨在設法使美國在學術發明中能得領袖地位、並期利用新能力以造福於人羣；達此目的之途徑、復定為積極及消極二類：屬於積極者（A）提倡新穎研究。（B）促進高等教育。其消極方面亦經正式議定具體原則：有可注意者如(a)他機關已進行之事業勿複辦、(b)他機關較適宜之事業勿爭辦、(c)現在機關之已有設備者或能有設備之事業勿侵入。

a. Not to do anything that is being well done by other agencies.

b. Not to do that which can be better done by other agencies.

c. Not to enter the field of existing organizations that are properly epuipped or are likely to be so equipped'

蓋學術之範圍甚廣、研究之方法甚多、羣趨一途、則途徑隘而擠軋起、分流並進、則致力易而績效多；吾故曰相互尊重他人之工作、而各自發展特有之精神、實爲科學機關間必守之要則、抑亦其成功之祕鑰也。消極原則明文規定若卡涅吉學院者雖不多見、然其分功合作之精神、則爲近代科學界一般所公認。雖同一國內科學機關間有外表或名目視若類似者、然其性質組織辦法事業則大抵絕不雷同、絕不侵犯；各就他人所未舉事而特致其力、或共就一方所未能充分發展之業而合助其成焉、夫如是始能多一種組織卽多一種效用、而不致因互相衝突而彼此抵消也。

中國學術機關及團體現尚不爲甚多、但近者風氣既開發展可期、尤可注意者如各國退還之庚款、大抵以全部或一部份提倡學術研究爲原則。用之得當、則合助一定之事業、或分舉各異之研究、固於中國學術大有裨益。用之而不得當、則各自分立同類之機關以相角逐；或互爲重複之研究以相侵陵；種種流弊將不可勝言。此有識之士所應早爲覺悟思患預防者也。

美國著名物理學家米立根（R. A. Millikan）嘗論美國科學組織曰：『美國科學機

關誠已甚多、而合作精神則殊嫌缺乏；……換言之、必須設法使美國科學家互相合作、攜手進行。」在美國且有此言、況在我國可不引為前車乎？

米立根氏同時並詳論提倡科學研究之方法、其言洞見本源、識見之高、迥出一般美國學者之上。撮其要點、可分數項：一曰、多設機關、多增設備、不如多養成更能研究之人才。復論之曰：

"I should regard it as a calamity if the research funds available in America went exclusively or even primarily in the founding of central research laboratories. The country already has scores of magnificently equipped laboratories which produces one tenth as much as European laboratories one fourth as well equipped. We do not want more bricks and mortars we want more and better men."

二曰、養成研究人才之法、在多設立研究獎勵金及研究教席。三曰、大宗研究經費之用途及各機關間之分配、應由至少五人以上最高科學家或工程師組織之委員會就各機關研究計劃審查補助。其言曰：

"If the alltotment of research funds within each state can be placed in the hands of men who know what research is and if the institutions of a state can be stimulated to a riavlry in the development of research programs there will develop in existing laboratories of which we have already an abundance, an atmosphere of research which is now wanting. It is only through the Creation of such atmosphere that research men can be developed"

此其所論、固專爲美國救偏補弊而發、按之吾國容不盡同；然其根本精神實爲吾國有發展科學研究之責者所應取法。蓋我國科學界之最需要者、亦猶是此 research atmosphere 也、

四　科學教授改進商榷（註一）

鄭宗海

茲言科學教授、請先舉吾心目中所視爲美善之科學教授法者、舉例以明之如下。

（一）春日風和、兒童酣嬉、飛鳶戾天、見而慕效；於是有風箏之製、窮巧盡智、爭奇鬪妍、孰得高舉、孰爲麗觀；有人於此、見其富有教育之價值也、則因勢以利導之。吾今言科學教授、請但舉科學智識之得借以爲研究之中心者如下：

（1）可以明風力之作用、且明能利用重學之理、使重於空氣之物浮游上舉、因是而可導學童以索飛艇飛鳥之理及其構造。

（2）可以尋索紙線及竹條堅韌之度、及紙線韌度之影響於製造原料者。

（3）因需用之花朵顏料、教者可誘學童比較德國顏料與本國顏料之優劣、及悟化學之重要。

（4）因其在空中所發之音、可以討究發音之故。

（註一）見民國七年「科學」第四卷第二期。

(二)蠶蟲化蛾、吐絲成繭、萬千錦簇、民利在焉。蠶桑之業、偏於數省。出口雖減、產利猶溥。今試引兒童觀蠶蛾一生之變化、暨其影響於民生者。但就科學論、似亦可有下列之教育價值：

(1)關於昆蟲變化之知識。蜜蜂、蝴蝶、為他慣例。

(2)可以知蠶及蠶蛾之生活狀況暨其普通疾病、葉種及分量、溫度濕度之關係、科學育蠶法之重要、及各處蠶學館之成績、蠶種之改良與絲質關係。

(3)繅絲法之比較、機織之勝於人工處、蠶絲實業、商業上購買人心理研究之必要。

(4)各國生計競爭之劇烈、意法日本與中國絲業上之競爭、中國絲業不競之原由。科學之必要，

其他平常事物足以誘起兒童好科學之心者猶夥。茲不贅縷。因此等例而得科學教授商榷數點如下：

(一)科學教授、當以使學者能得科學精神為鵠。其進行之方、以圖表之如下：

科學事實→科學定律→科學方法(註二)→科學精神(註三)

事實（連及問題者）者、科學之原料。科學精神者、普通科學教育之極軌。缺乏事實、則爲蹈空之論。缺乏科學精神、則有不達之憂。故事實雖不可缺、而要以底於具科學精神爲科學之的。其理由有三：

（1）精神努力之撙節。 定律者、所以合諸事物之通理而簡言之。其用爲心力之撙節。精神者、則兼有考察事實定律與方法之用。有其精神、智識縱不全、而基礎已具、於他事理之研求已甚有望。否則以有涯之生、逐無涯之知識、定律糾紛、方法繁多、不明取舍、疲於奔命、博而不約、勞而無功、甯有取耶。

（2）自動力之養成。 欲明此節、請就下三項討論之：

（a）所謂科學定律者、特一時極研究之所至、未必皆能歷萬世而不移。現時科學上之定律、有時亦當以此眼光觀之、然後乃有進步之可言。科學方法亦然。亞里士多德

（註二）英語Scientific Method or Technique、如歸納的或演繹的等。

（註三）英語Scientific Attitude or Spirit、析之似含以下數種態度：1.興味、2.肯思索（富想像與決斷或懷疑、）3.學術上誠實無欺、4.虛己不憚改。

死後數世紀、遺書散佚、其存者、不幸而僅爲其演繹方法、適値其時人心守舊、學者咸奉之爲圭臬、莫敢異議。至培根始大昌歸納與試驗之法。何也。以其有科學精神、故知審察科學方法、而爲世界開一新紀元也。有此精神、隨事察度。乃放光明。徒記舊則、墨守成規、求其進步難矣。

(b)世界事物、至爲繁賾。欲以肄業學校之短時期中盡網羅新知而有之、勢所不能。縱使能之、而事物變遷、境遇更易、有非人所能逆料者。若具科學精神與方法、則有隨機應變之能。勝於徒事記憶者多矣。

(c)近時教法、重在學者之問學、而不重在教者之授與。教師之於此點、正宜盡其指導之責。誠以學者他日終須離校、事事倚賴、而無問學之心、則難以自立於世。故普通學校中科學精神之養成、與方法之熟諳、或較關於科學定律與天然物事實之知識爲尤要。

(3)社會尋常事物之科學解釋。　科學之定義、爲有統系而可複驗之智識。故科學之爲科學、不在知識種類之自身、而在其審求之方法。或者不察、以爲科學但限於天

然物象。不知人心作用及社會組織、分子繁複、試驗較難、顧遂謂其不能以科學法則治之、恐有未然者。誠得科學教師循循善誘、以俾學生進於科學精神、則處事接物、條分縷晰、不偏不倚、唯以真理爲斷。能若此、則國家政治之進行、社會氣象之丕變、其庶幾乎。

此精神之現於尋常事物者甚夥、略舉數端以見一斑：

(一)出言造語、適合其度。凡若此者、用『最』字當不多。卽不肯爲過分之論衡也。

(二)『知之爲知之、不知爲不知』吾國學校學生、誤以教員爲盡識教科中之事物、或不惜百方以詰難之、教員之不肖者、不肯直認其不知也、亦漫然揑飾以應之。如此者、是教員學生相飾以爲詐僞也：惡乎可。他猶不可、況身執教鞭者乎。

(三)於辨論爭執時、悟其過之在己也、則直認之。是非善惡、不肯以口舌爭勝、崇好真理。是亦科學精神之表見也。

顧科學精神非可以口舌教授也、卽非可自外鑠也。其步驟似宜以問題爲介紹、然後審察事物、合爲定律。陶育之以至於法則之熟練、再進而至於科學精神之養成。故事

實不可廢也、定律之所由抉取也。昔日吾國之學者、往往博而不約、鮮成統系：或隨意評斷、無所依據。今日學校教授、先示學生以定律、然後再求理解、本末倒置。於科學法則及精神之訓練、其效亦微矣。凡百學問、有一問題後、便以搜求事實爲探索起點。教授能循此理修學既多、導之以入於科學精神當不難也。

(二)教師於教授一問題時、宜引學生以見事物之相關、不宜時常局守於科學之一隅。智識互相關連、本無界限之可言。其分類但爲研究便利起見。年事漸長、智識愈進、則分類教授漸可無害。然高小普通格致科中及中學各理科中、似亦宜有一二廣大問題如上舉之例者、使兒童悟各種智識之恆多關節以避褊狹之流弊、且於平日應用上、亦不至無所措手也。——美國乙級中學校（兒童年歲約自十二歲至十五歲）已變格致各科爲普通理科。聞其甲級中學校、亦有推行之勢、卽此意也。

(三)宜注重實地研究。　審問篤辨、貴求諸己。故研考試驗、先尙實境、書籍記載雖可寶而不可盲從、沈心思索未嘗廢而不欲虛騖、曰『爲己』、曰切實。能爲此、然後科學精神乃可得而言也。晰言此旨如下：

(1)直接與事物接觸。(紙片之事業乃次要者。)

(2)自己之推考重於他人之推考。

(3)接觸實驗的推考重於純然抽象的推考。

盧梭關於十二歲至十五歲之兒童(男)教育、曰摒除一切書籍、惟魯濱孫飄流記可讀。豈非以魯濱孫飄流荒島、闢草萊、馴野獸、徒手戰勝天然。足爲兒童師法者歟。惟有從實地研究、然後格致之真理、之大用、乃可見。返觀吾國。病疫時報、饑荒頻聞。大水或發、蕩析離居。貨棄於地、懷寶危身。不能制勝天然、反爲天然所制。物質文明不興、則精神文明難期發達。故制勝天然、當爲科學教授之一大宗旨。欲達此旨、非紙片學問所能爲力、亦非尋常實驗所能奏功。其初步教授、宜導學生以觀察真實事物、(若河流、土崗、蠶桑業、交通便利處可導觀火車輪船之汽煱等、)用其自己之心思以判斷書籍記載及他人之所討論。能若此、自强不息之機在是矣。格物致知之心。利用厚生之願、舍此其奚由致耶。

(四)問題宜爲教授之始點、此等問題宜切合於學生之旨趣者。　各種智識之本源、

悉起於一難點。近年台威氏大昌此旨、以爲教授之本則、謂之『問題教授法』。凡事物之足以興起兒童旨趣以解決一難點者、皆有啓發其智慧之功。學生實驗室中、亦未嘗無所謂『問題』者。然如『試證明鄱依爾定律』之類、於純粹科學家方爲真問題。於幼年或壯年之普通學生、則不成問題。何也。爲其不合此等學生之旨趣也。凡若此者、能於教授時、揀一問題與尋常事物相麗者、以爲紹介之具、則最善。問題之包含手製實用器具（如風箏、寒暑表等）者爲尤佳、因人心樂觀其動作之效果也。

『自來火』亦平常日用之物也。則於教授燐時、曷先用爲導引之具。自其製造以至於燐素磨擦發火之性質、意味多而了解易。『自其所已悟者以導引入於未悟者』、此誘起興趣上之一原則也。若先泛言燐質、然後及於應用、則學生關於燐質之大半先已遺忘矣。教科書中每節之終、往往有練習發問、似宜揀其稍易者先爲試驗之用、導引以見真理、然後以其餘問題爲試驗或熟練此真理之用：勝於此等問題之全部僅爲習練之用者多矣。前者有求真理之心、後者不過學習他人之陳言、其態度固自不同也。

上言凡足以誘起兒童興趣之問題、恆包含學童或社會日用需要之事物。其問題之適合與否、須視學校緣境及兒童之年齡與個性以爲斷。此則又在教者之活用也。

(四)推此原理試驗物品、亦以切於社會上或兒童所需用者爲貴。 例如教比重時、其試驗資料甯爲尋常之一瓶、或他種平常日用而易等量之物。若以試驗室中之木塊一整方或金屬物一整方試之、則與兒童日用所見者迥不相類、似嫌造作矣。況吾國學校經費支絀。儀器之屬、價又昂貴。凡學校中有手工教授者、有粗品儀器可以製作代用或添用時、正公德教育之一良好機會也。雖不能精確、然兒童興趣上之增加、或足以補其缺陷乎、

此一原則、於動植物教授、甚易措手。(某君言吾國學校、有併蝴蝶標本亦多購自日本者、可見辦學者之漠不經心。) 原野田間、盡足搜羅。於物理稍難。然如力學熱學之原理、亦不難得適當之資料。農夫之水車、苦力之負擔、凍裂之豫防、空氣之流轉、皆足爲教授之起點。特宜有坎然不足之思想、以推考進步改良之方法耳。於化學似最難、但如酒麴荳漿之用、烘爐之衛生、以及飛車等玩物之製作、皆有化學原理在、可供研

究之資也。

顧吾國科學教授、較諸今日文明先進國難點自多。略言之、則有三：

(一)緣境少科學資料。工業不興、政治窳敗、缺專家以爲公私之研究。動植物園及博物館不多見。接觸少、則興味少而難永。

(二)傳佈通俗科學之文學少。故中小學校學生之參攷書籍、缺焉不備。

(三)關於既有之工業及日用事物之科學智識尙不備、故中小學校之得取資也寡。例如吾國食物之化學分析。尙甚缺乏。女學校烹飪科恐不易得益。解析此等難題、專家之事。是有所望於眞正大學及科學社會者。

就教育眞理言之、則科學教授改良之問題、似宜注意於下兩端。

(1)於教員養成時、宜注意活動、切實、『及問題教授法』(與問答教法或講解教法不同。)

(2)教科書之編纂時、亦宜注意於上數點。但教科書亦貴教員之活用。無論教科書如何美善、以吾國地方情形之不同、正有待於教員之隨地變通方可。

結論。 除專門學校暨大學純粹理科高級以外。凡科學教授之各點、皆須以切於學生或社會實用、爲學生所悅事研究或解决之題爲起點。然後導之以研求實事、從實事研求眞理、以師友書籍爲補益事實、及考察眞理之所。陶育旣久、習於法則、諳其精神、以此精神見於行事、則中小學校科學教授、庶有裨乎。

五　吾國學術思想之未來(註一)

任鴻雋

一新時代之將至、必以思想變遷爲之先導。人亦有言、思想者事實之母。歐洲十五世紀爲文化復興時代、十六十七世紀爲宗教革命時代、十八世紀爲哲學勃盛時代、十九世紀爲科學當陽時代。當其時之未至、人心思想固已沉困抑鬱突決於常軌之外而求所以宣洩。有一二大師哲人者起、以新說爲之倡、則人心靡然從之、風氣變而新時代放。昔者曾滌笙作「原才」曰『風俗所趨勢之所歸、雖有大力莫之能逆。』夫平常風俗之變遷既如此。矧夫學問思想之事、有方術以緯其派衍、有圭極以經其匯歸:其必有線索脈絡可尋而非汎漫無序、偶然出現者、固甚明也。

今夫思想之爲物、其變幻若蜃氣雲霧而不可方物、其幽眇若人鬢魚網而不可析理。人之用思想、則不出乎兩途。有用於主觀者、以一人之心知情感爲主、而外物之條理不與焉。有用於物觀者、以外物之條理爲主、而一己之心知情感不與焉。屬於前者、爲

(註一)見民國五年『科學』第二卷第十二期。

人生之觀念、爲性理之啓瀹。屬於後者、爲物性之闡闢、爲智識之泉源。要言之、屬於前者爲文學之事、屬於後者爲科學之事：其介於兩者之間、以謀物我之調和、求事物之眞一者、則哲學之事也。是故人生思想之大劑、約之可別爲三：文學也、哲學也、科學也。以此論衡、而大共可得而言。

雖然、思想者、人而自異、雖限以方域、斷以時期、其繁賾不可規畫猶自若。然以材性地齊政教習尙之不同、其思想之發越、用心之結晶、常不能無所偏。其偏也、常與人以共見。昔者桐城姚氏之論文、謂「有毗於陽與剛之美者、有毗於陰與柔之美者。」一文字中已有是陰陽剛柔之異矣、矧在文學、六朝之趨駢儷、唐宋之尊古文、文學上又不無變遷之可言矣、矧爲人心匯歸之學術。特是等變遷、皆囿於一方域之中、如生物學上異類偶現、種源自同、不足生非常之結果。欲得非常之結果、必其變遷在根本之殊、而不在枝葉之異、必自所無以進於有、自其所同以進於殊。自吾上列思想之三大劑言、則必由文學以入科學乎、抑由科學以入文學乎。而介乎其間之哲學、蓋可無論矣。吾國思想之歷史、屬於何者、此問題可不待再思而答曰、文學的也。神州學術、於晚周

號稱發達。然九流皆出王官、則亦歷史的濫觴也。諸子古書、間有陳述器數物理者、感多取之方策、非參稽事實循序剖析而得之。則與希臘安納息曼特 (Anaxmander) 之說大地生成、地摩克利鐽(Democritus) 之論原子、雖有合於科學家言、而未足盡科學之意。秦漢以後、人守一經、發言論事、必以古義爲依歸、則歷史的文學於斯爲盛。魏晉之間、清淡轉盛、其思想所託、率以一人之情感爲主、而客觀格物之意少；其文學則漸趨駢麗、乃至重文詞而賤思想。唐以後文學返古、思想則不出乎歷史的範圍。宋世則有理學、別開生面。然其講學之旨、主靜存誠、雜糅禪宗。所揚搉者心理之精微、其事蓋等於太空之鳥道。雖於哲學上不無一席位置、於物理之推闡、猶是千里萬里也。自元以後、異族迭主、民墜塗炭、救死不暇、其思想之無進步、又不待言。綜觀神州四千年思想之歷史、蓋文學的而非科學的。一說之成、一學之立、構之於心、而未嘗徵之於物：任主觀之觀察、而未嘗從客觀之分析：盡人事之繁變、而未暇究物理之紛紜。取材既簡、爲用不宏、則數千年來停頓幽沉而無一線曙光之發見、又何怪乎。易曰、「窮則變、變則通。」吾中國社會制度、既經變更、且日在變更之中矣。其思想之變更、自有不

可避之勢。質言之、吾國社會制度、既經根本上之革命矣、而學術思想之革命、將何出乎。此今日最有趣味而最重要之問題也。

詩云。『他山之石、可以攻玉。』當吾人討論此問題之前、且略觀歐洲學術思想變遷之歷史。歐洲文明、導源希臘。希臘全盛時、思想發皇、如安納消曼特嚇喇克來撻（Heraclitus）恩貝斗克里（Empidoclés）言進化之理、地摩克利撻倡原子之說、皆爲近世言科學者所宗。至阿里斯多德乃鎔自然科學玄學爲一冶、卓然爲後世宗師。中間經黑暗時代、至十五世紀文學復古十六世紀宗教改良、而後新思想漸出。一五四三年柯波尼克（Copernicus）之『天體生成論』（The Revolution of Celestial Bodies）出爲地動說之鼻祖、亦實宗教家言天之大蠹。一六一六年哈維（Harvey）發明血液循環之理、一六二〇年加里雷倭（Galileo）與愷柏勒（Kepler）更求物體運動之理、以明天體星系之組織。凡此皆足破當時宗教迷信之說、而爲實驗哲學不祧之祖。同年弗蘭西斯培根之 Novum Organon 出世、標歸納之法爲爲學圭臬、舉當時憑心窮理之術廓而淸之、而以官感爲知識之媒、進化爲物質之例。其後霍孛斯（Hobbes）

更大倡物質主義（Materialism）、主張人之思想不能離物質而獨立。其哲學要旨、在明現象之本源。彼嘗自言其用思也、蓋『本其生人天賦之理性、往來上下於羣生之中、而探其秩序與因果』是蓋近世自然科學之定義矣。同時在法則有伽散地(Gassendi)重張愛辟鳩喇（Epicurus）之無靈魂說。而拜爾（Pierre Bayle）亦攻擊笛卡兒之二元說、不認神之存在。經此破壞的物質論之後、而洛克（Locke）之建設的經驗論出焉。其人生識解論（Essay Concerning Human Understanding）、由哲學上證明人生觀念由官感生、而培根之實驗主義乃得完全成立、領思想中一方域矣。培根之哲學方法、誠足變易歐洲千餘年之舊思想而製造一新學術。然其時科學方法器械、皆未臻完美。即培根之思想、亦終毗於哲學、去科學尚遠。凡培根所不及、得牛頓而後條理備、根柢固。其 Principia 一書、文理蜜察、審思明辨、蓋與阿里斯多德佑克立（Euclid）之書、同爲千古研幾之楷模矣。其首利用牛頓氏之學術以轉移當時思想者、厥爲法蘭西人。牛頓宇宙構造之大意、入於福祿特爾（Voltaire）之手、遂爲推倒當時迷信之利器、而拉孛拉斯（Laplace）之 Mecanique celeste（天體力學、）

及 Systeme du monde （世界統系論）乃盡探牛頓之隱賾。是時法人學術、趨於數理實驗之一途。算術理化之發明、爛然爲世界冠、蓋尊奉培根牛頓二氏之結果也。法人之科學思想、不但爲本國學術之淵源、浸假且影響於他國。是時日耳曼羣邦中、哲家輩出、如康德(Kant)之明『理性』(Reason)、非喜脫（Fichte）之造『科學原理』(Wissenschaftslehre)、黑格爾（Hegel）之述『現象原理』(Phenomenology)、皆外取物象之紛紜、內推意識之成現、以期物我之調和。然非黑二氏皆畸重於所謂志嚮(Ideal)者爲一切知識之本。流風所扇、遂有所謂自然哲學（Naturphilosophie）出焉。彼視自然界之現象、爲天心之所發見、亦猶人之思想語言、爲人心之所發見也。於此蓋有縋虛索隱、淪於無底之懼、而法之數理質化之學入而拯之。於是十九世紀特產之科學、乃浸淫固植於歐洲大陸矣。綜觀西方學術思想之變遷、始之以舊學陳言之不滿人意、繼之以先知大哲之開闢新徑、植人智於膏腴之區、而不以修舊起廢爲已足。及其望道有見、則又竭全力以赴之、而不聽玄言眇論、玩愒歲月。其結果則物觀之學、既已日新月異、躋乎美盛之域：主觀之學、今日所研究之問題、猶是二千年前研究

之問題、曩令去此物觀之學、則今日之西方、有以異於二千年前之西方乎。是未可知矣。

今試返觀吾國思想之趨勢、第一當問吾國承學之士、於舊有之學術遂已滿足乎。吾必應之曰『否』。如其『然』也、吾人何不以鑽研故紙爲已足、而必汲汲於所謂新學術新智識也。第二當問吾承學之士、値此道喪學敝之餘、將遂坐視其僿野退化、與榛狉未開之族同伍乎、抑尙有振起學術中興文化之決心也。吾觀於當今學子之皇皇焉以教育爲務、無學爲憂、而知吾人向學之心、蓋隱然若燈之在帷矣。第三當問欲救舊時學術之弊、其道何從。欲得此問題之答解、則當知吾國舊時學術之弊何在。吾既言之矣、吾國之學術思想、偏於文學的。所謂文學者、非僅策論詞章之倫而已。凡學之專尙主觀與理想者、皆此之類也。是故經師大儒之所訓詁、文人墨士之所發舒、非他人之陳言、則一己之情感而已。人之智識、不源於外物、不徑於官感者、其智識不可謂眞確。無眞確之智識而欲得完美之學術、固不可得之數矣。是故循物極則反之例、推有開必先之言、思想之變遷、既有然矣。其變也、必歸於科學。請得而畢其說。

第一、科學爲正確智識之源、而正確智識之獲得、固教育之第一目的也。哲學家之談智識、謂有得於推理(Rationalism)者、如算術幾何之定理曰、凡定圓之半徑皆相等、曰切線惟交於一點、是也。有得於實驗(Empiricism)者、如水熱至百度則沸、冷至零度則冰、其冰其沸、無名學上必然之結果。吾人之得此智識、則有待於實驗、康德所謂物之與心絕對無與者、不能據推理以得之是也。故欲得心外之物之智識、舍培根之歸納論理法、推理與實驗幷用、其道末由。上舉算術幾何以爲推理之證、其事猶有數跡可尋、介在玄著之間。又進於心知理性之微眇、則辨論雖極於豪芒、是非終難於諟正。卽算術幾何、不附著於物象、亦無所恢其彍能事。是故不借徑於實驗、其所得之智識、非偏而不全、卽芒而不析、則何以充人性之靈、而盡爲學之能。今之科學、固不能廢推理、而大要本之實驗。有實驗而後有正確智識、有正確智識而後有眞正學術、此固爲學之正鵠也。而當吾國文敝之後、尤眩瞑之藥、不可一日無者也。

第二、今之科學、不當但作物質主義觀而已。其發達既久、影響於人生者亦不可勝數、不舉以爲爲學之鵠、則不足盡人之性。今且勿論舟車海陸之便利、溝華離國洲而通

之。地球天然之形勢、既已一往而不返矣。卽吾人社會之組織、人生之觀念、亦豈二三百年前所可同日而語。今試問吾人何以不持唐虞三代無爲而治之義、而急急謀進之不暇。曰、由科學進化之說、知返古之不可能也。又試問吾人何以不信郊天祇地之虛文、而奉彼旒冕者以天賦作君之權。曰、科學天文之理明、知迷信之言不足憑也。至於平居養生之專、風俗習尙之節、因科學之發明而生變動者、又不知凡幾。生斯世也、非洽然於科學之性質與成就、而與其精神爲徒、則吾人之生且不能與時境相諧和、終不免於信理之人而已、何學者之足云。

說者曰、科學者物質之學也。今日吾國士夫孜孜爲利、不恤其他、物質主義之昌明有日矣：有心世道者、方當以道德之心壓勝之、奈何爲之推波助瀾乎。曰、謂科學爲物質之學者、對心靈之學而言：蓋謂其不離於物質、猶吾所謂實驗、非物質功利之謂也。且物質亦何足詬病。科學以窮理、而晚近物質文明、則科學自然之結果、非科學最初之目的也。至物質發達過甚、使人沉湎於功利而忘道誼、其弊當自他方面救之、不當因噎而廢食也。若夫吾國今日、但見功利上之物質主義、而未見學問上之物質主義。其

結果則功利上之物質主義、亦遠哉遙遙而不可幾。或人之憂、亦杞人之類耳。

六 中國科學的前途(註一)

葛利普

在現今各大國中、中國最近始加入世界科學團體。中國古時的學問、偏重於文哲兩科、最後始承認科學在學課中的位置。在這方面、中國亦遵着西方智識發展的路徑。因爲在西方的學術界、科學也是最後方得插足的。百年以前、歐洲主要大學的課程、不外哲學、神學、法律、醫藥四科、或者容忍算學與天文、做一個其他某重要科目的附庸。

漸漸地、自然科學成了醫學的伴侶、及後自然科學到了成熟時期、纔慢慢的得到一個自己的地位。就是這個時候、自然科學還是算學的附屬品、或至少可說是與算學有關的、因爲在那時任何的重要學術院中、都有一個算學與自然歷史組。(Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse)化學與物理學也包括在這一組之中、後來

(註一)見民國十八年「科學」第十四卷第六期、本篇爲中國科學社在北平年會公宴的演說詞、任鴻雋譯。

才分離起來、成了一個物理化學組（Chemische-Physikalische Klasse）。十八世紀的學術研究、也和以前的時代一樣、卽使不受神學的束縛、也免不了古典學的影響；就在現代這兩個人心的專制魔王、尙未完全失掉西方的領域。科學、特別的自然科學、只讓了玩意家卽科學的愛好家去照管、現今凡研究過這些科學的、曉得我們目前所崇拜的科學廟堂、有好多地方是由這些自告奮勇的研究家出力造成的。誠然、世界最古的科學會卽獨逸皇家科學會（Kaiserlich Deutsche Akademie der Naturforscher）、在一六五二年卽約三百年前已經成立、但直至最近、他才得到一個永久的會所。這個學會係學醫的所創設、雖其目的自始卽爲自然界的研究、實則說是自然科學家的學會可、說是一般智識界的學會亦可。在他的會員中有不少的自然科學家、如攝爾西（Celsius）、李理亞（Linaeus）方洪博慈（Alexander von Humboldt）、貴特（Geothe）。倍隨留斯（Berzelius）、方布徐（L. von Buch）、德康多爾（de Condolle）方柏耶爾（Karl Ernst von Baer）居維耶（Cuvier）、方德鄰（Escher von der Lind）、布克蘭（Wm. Buckland）、布朗幾亞（Alexander Brongiart）、米納（Johnnes Miller）、亞嘉祉

(Louis Agassiz)、費爾周(Rudolf Virchow)、達爾文(Charles Darwin)、赫薛爾(Hershel)、赫胥黎(Huxley)、乃耶耳(Charles Lyell)、阿文(Ricards Owen)、田達爾(John Tyndall)、並其他等等。即至現在。其學會對于其「研究自然以利人生」之目的仍甚活動、並爲現存世界最古科學會之一。

誠然、約一百年前卽一五六〇年、在意大利曾有研究自然科學會的設立、但不久卽爲箝制一切智識的宗教家所解散。英國的皇家學會成立於一六六二年、卽在十年以後，然而這皇家學會前身的私人團體、在一六四五年、已在奧斯福聚會、比德國科學會的聚會還要早些、巴黎的科學會成立於一六六六年、卽英國皇家學會成立四年之後、其餘的各科學會、則在十八世紀或十九世紀方纔逐漸成立。

美國科學的年紀、僅僅不過一百年、雖然做美國科學領袖的西里曼(Benjamin Silliman)在十九世紀的前半、已經在耶律大學教授化學、並且在十九世紀的初年、已經採集礦石標本了。但自然科學的有系統的教授、直到十九世紀的四五十年中方纔開始。最初的一個自然科學學校、以教授地質學及植物學爲主要的、係伊東(Am-

os Eaton）在杜雷(Troy)所設立、時為一八二七年。美國的許多老輩地質學家植物學家、皆曾在此受過訓練。不久這個學校就發展成一個工程學校、名列斯勒高等工業學校(Rensselaer Polytechnic Institute)。在這學校中當有地質礦物兩科、在成立之後約七十年、我曾做這兩科的主任。可注意的、這個最老的美國地質學校、不過比地質學始祖、科學教授第一人有名的維爾納(Werner)曾經教授的歐洲最老的地質學校、即沙克孫里(Saxony)的弗來堡(Freiberg)礦業學院、年輕約五十歲。

但美國自然科學得到的真正激進、是一八四六年亞嘉祉的來美、及次年哈佛大學洛能斯科學院(Lawrence Scientific School)、耶律大學習非而(Sheffield)、科學院的成立。波斯頓的自然學者、在一八三〇年、已經成立了波斯頓自然歷史學會、即推奉亞嘉祉做他們的領袖、全美國各處的青年、也羣湧到康橋來在這些大學者領導之下、研究自然科學。大半美國的科學領袖、都是他的試驗室出來的。

我最幸運、曾與多數的美國科學領袖認識、雖然不曾認識這個最大的主教。實際說來、許多亞嘉祉的有名弟子、如古生物學家的赫梯(Alphaeus Haytt)地質學家的

席列爾(Nathaniel Southgate Shaler)、克樂斯貝(William Crosby)、算學家的倫克耳(John Runckel) 都是我的業師；其餘如摩爾斯(Edword S. Morse)、石卡德(Saumel Scudder)、費利耳 (A. E. Verril) 及亞力山大亞嘉祉 (Alexander Agarriz) 都於我的科學生涯大有影響。當我想着我的『大先生亞嘉祉就是居維野的門人、覺得我們離開歐洲比較解剖學及古生物學的始創者、還是不遠呵。』

卽在我做學生的時候、康橋與波斯頓尙是美國科學的中心、而在亞嘉祉的時代、則爲美國科學家的訓練所。在他的四週、圍滿了熱烈的學生；他們的言談、使他們的熱心愈加堅固、并且使他們的能力成熟、可以四出到全國去設立科學中心。但是我們要記着、這些人不是由講堂畢業的青年、他們乃是有經驗的作者、是由現今學生所不易通過的實驗室方法養成的。他們在離開他們的領袖和同道的朋友以建立自己的科學社會以前、已經有堅固的智識與熱念。卽在多年以後、只要可能的話、他們總得囘到他們的老源頭、去和他們同道或不同道的朋友談話、以期得到一些重新的神助。正是爲了彼此交際的需要、才引得伊東學校的地質學家和與亞嘉祉同來

並熱心的自然科學家們、於一八四七年發起美國的科學促進協會(American Association for the Advancement of Science)、正如在幾多年前因彼此友助的需要而引到發起英國的科學促進協會、及近年來中國科學社以同樣的目的而發起一樣。但是有一個不同的點不可輕輕看過。亞嘉祉的學生在美國的各處去散佈科學之光時、他們已經是成熟的科學家、他們曾經長久住在一處、使他們研究的習慣堅固確立。在中國、科學的年紀尙屬幼稚、青年的危險、乃是分散太早。他們最初的訓練、一經完了、便分頭去幹自己的工作、不曾有一個機會使他們得到相互的交際、科學的友誼、和在老輩指導之下、强健他們研究的能力、使他們的熱念生下一個深根、即使他們將來遇見了不幸的事情或孤立的智識生活、也不能使他們灰心懶意、而繼續不斷的抵抗奮鬥。

我曾經告訴過你們美國的科學尙在青年時代、說到平常人對於科學的尊敬、他更是幼稚。當一八四一年乃耶耳爵士到波士頓在洛維爾學社(Lowell Institute)講地質學、間接的引起亞嘉祉到美國成了美國的自然科學始祖的時候、地質學在美

國還不大爲一般人所認識、就在以文化自詡的波斯頓城內、還有人嘲笑如乃氏的大科學家以斂錢的。波斯頓城裏有一家專做笑劇的戲園、把他的演員除了一個之外、全體解職了、這一個就是曾經假扮乃耶爾學他的講演地質學以引逗聽衆笑樂的。

但一般人雖對於自然科學不知尊敬、有些人却看這個英國大地質學家的來遊、是一個空前難遇的機會。他的講演不但爲注意的同情的衆人所樂聽、青年熱心的人、并覺得無論出什麼代價與犧牲、這個機會是不能失掉的。卽在乃耶耳未到美國以前、洛維爾學社的科學講演、已能吸引熱心求智的人衆了。

有一個故事、並且是可靠的、說有一個青年、住在離波斯頓不遠、名叫亨罕（Hingham）的鄉村、步行二十英里、到波斯頓去聽西里曼的地質學講演、聽完了、在晚間步行回家、因爲他太窮了、沒錢僱代步。就是此人、在一八三〇年、步行二百二十英里到杜雷去進伊東的自然科學校。此人終久成了美國古物學及地質學的領袖、今日世界上研究這兩種學術的人們、沒有一個不熟悉他的名字的。他就是郝爾（Jarmes

Hall)——你們都認識他——做了美國最大的省的地質調查——紐約省的地質調查——六十年。我很幸運、在一八九六年、曾在水牛城到過美國地質學會及美國促進科學協會的聯合會、那時這兩個團體正慶祝郝爾服務紐約六十年滿期、我在這個會裏宣讀了一篇論文、并很幸運、得這個美國古生物學名師、爲我聽衆之一。

當我對於地質學及化石發生趣味的時候、在大西洋海岸以外、沒有教授這些科學的學校、一八九〇年、麻省工科學校設立地質學系時、我也是最初入學學生之一。但此時已有鐵道、我不須步行全途了。

麻省工科學校於一八六五年開門、比哈佛、耶律的科學館遲十八年。但美國最老的學校、爲促進高深的教育及研究而設立、並承認所有的純粹及應用科學、都該與文學及其他人文學立在同一地位的、要算康乃爾(Cornell)大學、——他比我恰長一年。

你們曉得西方脫離神學的羈絆、不過是最近的事體。我還記得一八五九年間達爾文的物種由來所激起的爭論、那時我纔是一個小孩。十九年後我很愉快的和耄年

的亥葛爾(Ernest Haeckel)在他的有名的耶拿書齋內討論自他在歐洲宣傳達爾文以來科學的進步。你們曉得壓迫科學的神學毒龍還不曾完全制服、他們最近還在美國的某處、抬起頭來、藉着官力、把有些學術機關的真科學壓抑下去。幸而你們在中國沒有神學的拘制、雖然你們有你們的迷信應當剷除。我所謂神學幷非宗教、這一點我和康乃耳大學的創立人惠特博士是一致的。中國科學社對於傳播科學智識於中國盡了不少的力、我自己是一個社員、覺得是很光榮的。這個社也可以稱爲 Chinese Association for the Advancement of Science (中國科學促進協會) 簡寫爲 C. A. A. S., 恰合美國的科學促進協會簡寫 A. A. A. S., 英國的科學促進協會簡寫 B. A. A. S., 成了一個科學運動的大 A. B. C.; 這些和其他有同樣目的組織、都是要解放人心的束縛的。

讓我現在把我心中所認爲這樣學社的重要工作大概舉出來。我們或者可以把本社及同樣學社的工作、分爲三種、依着他們的重要和天然的次序、分列如下：

(一)科學環境的造成、其道在喚起一般人衆對於科學的興趣及領會。

(二)科學教育的統一、普及、及其範圍的推廣、并科學教育的改良。

(三)科學研究的獎勵以及全世界科學家的合作。

我們且就此三項略加討論。

科學在逆境之下不能發達、正如其他人類的努力一樣往昔神學教訓的惡影響、阻礙科學的發達的、幸而已成過去了、這種影響在你們國內自來卽不存在。但是你們國內普通人對於科學的冷淡和政治實業對於科學的藐視、於科學的發達也頗不利、是和西方一樣的。一個國家。如其認科學爲無足輕重、只有能力低弱、夠不上希望實業政治高位的人纔去投身其中、那麽科學在這些比較的野蠻勢力繁盛之下、只有日卽於萎頓的一途。只有科學家得到一般人的注意、承認他在任何進步的社會中、占天然領袖的地位、那科學和國家才能發達。如其科學家和教員對於他們的生活費都有朝不保暮的顧慮、那科學的進步以及世界的進步是無希望的。

德國在科學上的領袖地步是無可置疑的、他所以能如此、正是因爲德國人的崇拜科學：雖然金錢的報酬常常不見得正確、但較高尙的智識領袖的榮譽總是可靠的。

在美國教員和研究家雖然薪入較豐（也不是常常這樣）至於應用純粹科學發明的人、其報酬尤爲豐厚、但是科學家常被認爲實業家或政治家的僱傭;實業家和政客們、靠了他們占有的力量、使他們自己及在一般人心目中、都處於優越的地位、因之對於智識的出產、也能有大部分的宰制。

當化學大家范霍夫 (Van't Hoff) 到美國某大學來講演、在歡迎席上他坐在洛克斐爾(John D. Rockeffeller)的右手、某報記載此事、說范霍夫不勝榮幸之至了。這可以見得在捐資興學盛行的國度中、普通人對於科學家的尊敬還不如大富豪。但如我們大量一點、也可以說這大富豪得招待世界最大智慧者做他的客人、才真正是他的榮幸呢。

要使實業和政治領袖尊崇科學家及科學事業、必須先使一般民衆稱讚此等工作及對於此等工作負責的人。

歐洲有一句古語說、『民衆的聲、就是神的聲』(Vox populi sert vox dei) 也可以說、『民衆的聲就是君主的聲、』若是君主曉得什麼於他們有利的話、實業家及政治

家雖然有時自以爲超人、實則他們還是人、他們對於民衆的聲是不能不注意的、因爲民衆是他們最後的倚賴者。

一個大小說家或大音樂家、常能得到民衆充分的認識、因爲他們卽使不能了解他們的藝術、至少還能評價。何以一個大科學家在自己國內或國外不能得到相當的榮譽。若使民衆能崇拜他的工作、卽使不能了解、他就不會那樣了。安斯坦全世界都知道尊崇了、牛頓的時候就不如此、但現在活着的人類中、不過一兩打能夠了解安斯坦的工作罷了。自然、安斯坦從來不曾得到如飛過大西洋的飛行家林德堡那樣的歡迎、但此時的人衆是爲他的冒險勇氣所激動、至於智識的成功、他們無論如何的讚服總是冷的。

但是科學家絕不希望做一個民衆的英雄。他所要的、也是他應得的、只是對於他的工作的領會與尊敬、這在民衆知道他的工作的重要以後、是必定與他的。

唯其如此、所以如中國科學社這樣組織的最大義務、卽在傳播科學智識的重要於民衆、并且造成他們的興趣。要達到這個目的、莫妙於在中小學校中設立自然研究

科、但學生不可僅靠標本讀本、必須和活的自然相接近。此時能引起學生對於自然的愛好、將來自然有智識的收穫、這個收穫是培養世界所必需的。但老輩的人也不可放過、因爲只要他們能了解這種收穫的價值、他們也能幫着耕耰這智識收穫的田地。

在這裏、我提議的方法、是在各處設立博物學會、鼓勵他們都來入會。這些博物學會、必定要非專門的。而且主持會務的人、必須記着他們必須與普通人發生興趣、同時又不至於離開正確的科學的基礎。北平博物學會這幾年來的成功、是他處同樣的學會所值得效法的。

現在說到我們的第二種工作、卽科學教育的改良。關於這一層、我們必須曉得設一個機關添一個試驗室是不夠的。我們必須先有人。要造就人才、必須有深刻的長期的訓練。一個青年、在四年大學教育之後、便能做其他青年的有能耐有精神的教師、是絕無僅有的事體。大學生四年畢業、並非教育的終了、乃是教育的開始。所以美國的大學、畢業叫做『開始』(Commencement)。無論何人、設非對於他的專門、完全了解、

他教授此門功課必不能成功。設如叫一個好英文教員、去教算學、歷史、物理學、甚至於他學、他於這些功課的大多數——卽使不能全數——非失敗不可。因爲學生不久、就覺的反嚼式的書本學習的可厭、特別的他們曉得教員所預備的功課、比他們的僅多一課。又如學地質學的叫他去教語言、設如他不久便對於功課失去熱心而成一種無精神的故轍、使他與他的學生一樣的吃苦、我們能怪他嗎?

你們智識界的領袖某君說得好、中國的教育——旁的地方也是一樣——必須從頂上做起。你們必須先製造好教員、他對於他的專門學科有澈底的了解;他選擇他的學科、不是因爲他要靠以謀生、乃是因爲他喜歡這門工作、比甚麽都多。一個人在他的專門要成功、必須先愛他的專門學科、你既對於你的專門學科有甚大熱心、又有機會去教人、你雖欲不做成功的教員而不能、至少在你能收發同樣熱心的幾個人以內。

但此處有一個緊要的關鍵、你必須有機會去教你自己的專門學科、這一層中國科學社是應該盡力的。

我所知道的智識的耗費無過於强迫一個人去教他無趣味的功課、而同時又使他對他有熱心、能力、能有領袖資格的科學無暇從事研究。所以我們不但應該阻止我們的科學家、對於他還不曾純熟、並且還不曾得到獨立裁斷的權利（注意！我說的是智識上由修養得到的權利、不是機關）的學科、去做負責的教師；但我們也應該注意、既得到這種權利的人、必須有機會去傳授并且增加應用他們得到的能力、而不至强迫去在陌生的石田上工作、使他們在智識上不能有所生長。

但要訓練一個人成爲一個有用的科學家、我們必須避免偏狹與限制於幾個特別科目。把有用的能力分散於全國、是一件大錯。中國的大學、我不能說是太多、但名不副實的大學、實在是太多。美國也曾經過這樣的階級、中國可從他的經驗得到一點好處。最好的辦法、是先有一兩個真正的大學、校內各科都有最好的教授、學生來學的、也可以得到十分深廣的訓練。除非這種人才已經訓練出來、旁的學校對於這些科目、可以不必開辦。如你在某一機關、有一個好礦物學家、一個好化學家、一個好物

理學家、你可以在這幾種科學裏訓練出好學生、但你不能訓練出好地質學家或生物學家來。再說、你如有一個好的動物學專門家在一個學校、一個好的地質構造學家或石學家在另一個學校、而任何學校沒有受過相當訓練的物理學家、化學家、植物學家、礦物學家、或古生物學家、你不能造成全副本領的地質學家或生物學家。最要的、是最少每一重要科目有一個很好的教授、如所有的好教授不夠分配、那麼、你先以一個學校爲滿足、幾年之後、你將有人去充實第二個、以後就可以照幾何級數進步了。如你在一個學校有了那樣一羣的好教授、你再留心、他們不會他適嗎？他們的環境好嗎？他們的經濟充裕嗎？他們的設備足用嗎。集中你的力量、靠了這個方法、只有靠了這個方法、你纔造成智識的傑構、他的影響、行且普及於全國、而且尊生百倍、以爲國家的光榮。

現在說到我們的第三種工作研究。研究是智識努力的光榮結果。世界上的事業、還有什麼比推進智識的疆界、增加智識的總和再要光榮的嗎？征服人民和土地的英雄、亞力山大、拿破侖、成吉思汗、塔嗎

命、若和征服自然的科學家相比較、真是可憐得很。他們的名字、容許在歷史小說上暫時存留、但他們的事業、則早已彼此相消了。但一個加里雷倭、一個牛頓、一個達爾文同其餘無數的爲真理及智識的進步、而工作的科學家是不朽的、他們智識的勢利。是人類進步的界碑。

大科學家是天生的、非人力所能造成、但他們的出現、也沒有我們想像的稀少。只要有了適當的環境、有了機會、他們就會出來。誠然、出羣的天才、卽最濁的環境也不能把他埋沒。但如你看見一個天才在掙扎出頭的時候、你的義務就在助以一臂、把他的横身的束縛解放了、給他一個機會、使他得到他相當的地位、如讓羨慕與妬嫉、奪去他的能力、使他不能不屈就苦役、你要記着、他一旦回復了他的能力、定要弄得棟折榱崩、把你們這些俗物的頭一齊打壞。

我們不要死等超人由我們中間出現。我們人人具有相當的能力。我們所需要的不過是計劃、方法和成功的願望、一個人把他的能力分散在許多小事體上、決不產生有永久價値的結果。也許一個教員替初入門的學生選出一個問題、是應該的;但是

有經驗的科學家、應該曉得他要研究的問題。如你已經選得一個專門、就得鍥而不舍。許多年前美國地質調查所所長、斯密生學會祕書古生物學家瓦爾可提君(Charles D. Walcott) 告訴我說:『選定你的專門、并且粘着不放、如我粘着寒武紀(Cambrian)的化石、自從起始由寒武紀岩石採集第一個三葉蟲一樣。』在那時候、我正從地阿尼(Devonian)地層中採集了第一個化石、研究這一類的化石。到現在、我聽了瓦爾可提的話、還在研究地阿尼的化石。

這不是說你須絕對的把你自已限制在一個學科以內。一個單調限制的智識菜單、不能令人生活、正如一個人只食米飯一樣。若是這樣、你的心上容許要生脚氣病、那是不得了的、但正如米飯或麵包是生命的正粮一樣、一個專門也是你智識生命的正粮、不管後來你加入什麼作料、只要你記着、過於豐美的餚饌、太吃久了、是一樣有害的。

直捷言之、一個研究家應該把他研究的地方和研究的方法、正正確確的計劃出來。但你的計劃中不要太謙遜了。要是你是一個魚類學家、作一個研究中國所有魚類

的計劃。你容許不會完成你的計劃、大分你僅能做到計劃中的一部分；但你有了計劃、你就可有統系的進行、卽使你自己不能完成、他人可以繼續你的工作、而你的遠見闊視、也可以永垂不朽了。我所謂有統系的魚類研究、並非僅指鑑定和命名而言、我的意思、是包括一切有關係的問題、如形態學、胎生學、分類學、生理學、分配情形、習慣。對於人類的效用。及其他你可能發見的問題在內。你研究的結果、最好以正當的形式在一個叢刊裏面發表、使將來有繼續刊布的可能。換言之、不要把你的結果、在那一千二百零一種的動物學雜誌上分散了、這個數目、是秉農山博士告訴我的。

我可以獎勵一個有望的青年古生物學家、不要把他的興趣限制於兩手蚌類、但對於珊瑚類、斧足類或三葉蟲類、也不妨試一試。但我也勸他對於一個科目必須完全了解、如他對於長身貝比任何生存或死去的人知道的多、他在古生物學會中就是一個較大的光榮和較好的資產了。

我現在要對於所有的研究家說幾句話：專精一科、對於一科無論如何狹隘、須有絕對的了解。自後、如你能不失這個目的、你可以旁行斜出、在路上遇見美味你可任意

取食、只要你的眉來眼去、不把你的眞愛拋棄就得了。

關於合作的問題又怎麼樣？沒有科學家或一羣的科學家可以說能絕世獨立的。科學是國際的科學家比什麼人都應該爲國際的人。科學家的結合、沒有國家人種的隔閡。科學家應該以科學的進步而非以一國或一羣人的光榮爲目的、如因達到他的目的同時也使他的國家或城市得到光榮、那嗎、他的國或城應該高興並且去尊敬他。但是他們不要忘記、他的成功是建築在一羣工人所築的基礎上、這一羣工人是由世界各國智識共和的團體中找出來的。

現在我要對於將要離開智識的襁褓、即他們的母校的青年們說幾句話。不要想做培根、把所有的智識都放在你的範圍以內。這樣的事在培根的時代容許可能——我仍不能無疑——在現在是絕對不可能了。不要如某青年的計劃、劃出一年來從新審定所有的物理學及化學上的定律、幷且從新把他們改定使合於你的深奧的思想、我不信培根覺得他一生光陰能做這樣的事、雖然培根的時代科學律並不多；而你雖然有過人的能力、至少須要好幾年纔能把這樣巨大的事體做了、試想自培

根以來科學上的發明又有幾多了。老實說罷、不要圈定不可能的範圍、認定你車上的南針、但先須注意你車輻與車軸、并且不要忘記了車軸的油。

從一個問題的一小部分着手、用你的全力去從事、你若能詳盡的敘述一個古珊瑚蟲或一個生的星魚、并且盡你的力量找出他的底細。比你用哲學及邏輯作引導而寫一本古生物學或動物學、或在圖書館尋些材料寫成一本進化論好得多。不要寫教科書。等你教過一二十班學生之後、再問問你自己是不是知道的夠寫教科書了。即使書館的人要求你寫、你自己也應該顧全名譽、等到你有成功的把握、再寫不遲。我也曾經受過書館編輯人的引誘、訂約寫一部地質教科書、但我答應之後、幾年不敢動筆。我希望我能等到現在的幾年以後、更可以把中國的地質放些進去。現在只好等到再版的機會、加以訂正、要是我有時間的話。

最後的一個勸告、今天聽衆的大多數、是用不着的、但你可以傳遞給傍人去。不要匆遽及膚淺、在你的徒弟還未做完以前、不要就自命是師父。這個話看似鹵莽、實則是由好意流露出來的。因爲我曉得你的各方都有引誘、所以不能不警告你。有許多重

要的地位正等着。你或者被請去做某學府的教授、因爲你是一個有望的青年、并且除你之外沒有第二人。你或者就接受這個請求。若是情境逼迫你非去不可、我也不能勸你不受;但不要忘記、一個頭銜並非就是成績的索引。你容許有成大人物的可能、但若是你的選任、使你覺得已經成了大人物了、那我想你還是辭去的好。

如你能使地位成爲發展你的能力的機會、當然不遲疑的接受、但不要以爲地位就是你的成功、使你同在此道中長久工作的前輩們同等了。如是可能的話、暫時不[illegible]、等到你有了機會用功深造。真正成功了領袖之後、再行接受不遲。

對於此次到會的各位同事、同道及學生們、你們此次到北平來報告一年來科學的進步、和鼓勵大家前進、我謹舉自己有關係的一個世界最古的學術團體——獨逸皇家科學會的一句格言、作爲臨別贈言「不斷的努力。」

我們須不斷的努力、去推進我們每一種專門智識的前線、因爲如此、纔不愧爲科學先進的續承者。我們尊敬過去的成績、同時不要爲前人的傳述所束縛;我們若幸而發見新真理、須要猛勇無畏的去擁護他:我們也要不遲疑的去承受反乎傳述的新

理論、若是我們的研究證明他的無誤。

新境教我們新義務。
過時的美物都成了古怪；
你若要和真理幷駕、
必須不斷的前邁。

第七篇 科學學會

一 學會與科學(註一)

楊銓

今之科學昌明之國、莫不自有其學會爲崇學尙能之勸：其選會員也唯謹無濫、故士之得中選者率爲當世所推重之學者、而會員之身價因之亦十倍焉。俄之聖彼得堡之帝國學會(Imperial Academy)、美之國家學會(National Academy)、德之普魯士皇家學會(Royal Prussian Academy)、奧之維也納皇家科學會(Royal Academy of Sciences)、英之倫敦皇家學會(Royal Society)、法之法蘭西學會(The Institute of France)、意大利之林切皇家學會(Royal Academy of the Lincei)、皆此類也。諸學會之會員固不囿於國籍、他國之學者亦得被選爲名譽會員、惟其選擇視本國會員倍愼、故一會之中名譽會員至少、蓋殊榮也。今日世界所號爲大國者、舍上述之俄美七國外則中國與日本也。中國之學術窳陋無論矣、日本亦小兒學語初解咿語、其學會

註一 見民國四年「科學」第一卷第七期。

之程度去此尙遠。今摘錄科學月刊所載七學會之會員表三幅，比較而討論之、世界學會之內情可得而見焉。

第一表（以學會列）

會名	成立年號	本國會員	外國名譽會員
俄、帝國學會	1735	70	97
美、國家學會	1863	133	49
德、普魯士皇家學會	1700	37	78
奧、皇家科學會	1847	67	45
英、皇家學會	1645	472	47
法、法蘭西學會	1795	77	125
意、林切皇家學會	1603	106	106

各學會中以意大利之林切皇家學會爲最早。而美之國家學會爲最晚。意於科學稱先進、美爲新建之國、非偶然也。本國會員之多、首推英皇家學會、爲數乃至四七二、選擇外國名譽會員亦以此會爲最嚴。奧之皇家科學會外國名譽會員爲數雖最少、然其本國會員僅六十七人、不可與英皇家學會同日語也。表中國名位置蓋循其國之人口多寡而定、至其國之科學程度要不得以所列本國

第二表(註二)(以國列)

國名	七	六	五	四	三	二	總數	本國學會	平均一會員應屬之本國學會數
普魯士	4	2	3	6	4	3	22	97	4.4
英	3	5	1	3	5		17	83	4.9
法	2	2	2	3	8	1	18	74	4.1
美	1	2	1	2	4		10	44	4.4
撒克遜	1		1	3	1	1	7	29	4.1
意	1	1	1		3		6	27	4.5
巴維利	1		1	1	3		6	25	4.2
奧	1		2		2		5	23	4.6
瑞典	1	1		1	1	1	5	22	4.4
荷蘭	1		1	1	1	1	5	21	4.2
俄				3	1		4	15	3.8
諾威		1			1	2	4	13	3.2
巴敦			1	1	1		3	12	4.0
丹麥					2	1	3	8	2.7
瑞士					1	1	2	5	2.5
比利時			1				1	5	5.0
蘇格蘭				1			1	4	4.0
維耳登堡					1		1	3	3.0
爪哇					1		1	3	3.0
西班牙						1	1	2	2.0
總數	16	14	15	25	40	12	122	515	4.2

會員之數衡其優劣。

讀上表而知國之大小無與於科學之盛衰。普魯士、德聯邦之一耳、乃執牛耳；其學者之被選者至二十二人、而俄以强大之國僅得四人。撒克遜亦德聯邦之一、蕞爾小國、人口不及美合衆國二十分之一、乃得七人；而美之所得十人而已。今試以普俄美撒之人口與中選之數並列如左：其人口調查則根據一九一二年之年史也。

國名	人口	中選人數
美	101,100,000	10
俄	167,003,400	4
普	40,165,219	22
撒	4,809,661	7

表中所列人口最多者無過於俄、而其所得乃遠不相積、吾人或將輕俄爲不學之國。雖然、俄之人口固非世界首屈一指者。中國有衆三二五、五二七、八三〇而不得一人、吾人又將何辭以自解乎。更進而求其國內所設之學會、則幾與中選之人數成正比焉。普爲首、其學會之多乃至九十七；西班牙爲殿、其學會之數爲二。夫國之學會多者則學者多切磋之益、有奬勸之途、

（註二）表中數字六行爲兼入各學會之會員。例如七指兼入七大學會之會員。餘類推。

故科學之人才如苗、得土滋生。不已此豈有他。故哉

第三表(以科學列)

學名	七	六	五	四	三	二	總數	會數	平均
算	2	2	1	2	6	1	14	59	4.2
天文	3	3	2	3	4	1	16	75	4.7
地理		1	1	2	4	3	11	37	3.4
物理	2	2	3	4	4		15	69	4.6
化學	4	1		1	4	1	11	52	4.7
地質	2	1	4	3	4		13	62	4.7
植物	1	2	3		7		13	56	4.3
動物	1	1	2	3	6	2	16	60	3.8
生物	1			6	2	4	13	45	3.5

由此表而學會之功用又可見焉。天文學之中選者十六人而其學會之數乃多至七十五。其他如動物學會之數六十而所得亦十六人、物理學會之數六十九所得僅十五人：雖似例外、然所差絕微、不足反證吾說固明甚也。表中苟以國論。則算學首推法。天文推美。物理推英、生物推普。各得五人。於各科中皆有中選之會員。惟英一國而已、普於地質學無一人。法於地理學無一人。美於算化植物三學皆未曾中選、以由國民特長之不同而異。不得執以論文化也。

以上三表、雖不足定世界大國之科學程度、

然比較之高下可睹也。見防風而侏儒失其長、觀滄海而細流失其勢。今以中國與他大國較、且將視侏儒細流有愧色矣。侏儒雖短、尺寸之長固在：細流雖微、涓滴之量猶存：反視中國何有乎。既落人後、猶不急起直追、則相去日益遠：更安望有及人之時。夫興學以學校爲重、盡人能言之。然學校不過科學之母：生之育之、學校之能事盡矣。培養訓誘而使爲有用之大器、則有賴乎師友：學會、師友也。今之學者、一離學校則畢生之科學事業告終、入而家庭、出而社會、舉非無與於科學學問之事：不用則朽。物理固然。憂世之士、欲圖學術之昌明者、其以學會爲當務之急乎。

二 外國科學社及本社之歷史(註一)

任鴻雋

我們中國有一件最光榮的事、我們時常拿來誇口的、就是我們有四千年的歷史。但是這四千年的歷史中、沒有一段學社的歷史、却是我們應該抱愧的。諸位聽兄弟這話、或者有點不服。以爲我們中國歷史上、設教講學的、何代無有。第一就是孔老夫子、設教杏檀、講學洙泗。當時受教者、賢人七十、弟子三千、此等學會的盛概、就是現今歐美的大學、也有些趕不上。其他同時還有老莊楊墨之流、也是廣集學衆、號召生徒、流風餘韻、歷久不衰。到了漢代、政府既設九經博士弟子。其私家講授、如馬融鄭康成之徒、勢力反比學官爲大。宋時周濂溪二程朱晦菴張橫渠陸象山之倫、各立學派、風靡一世。明代的王陽明淸初的顧習齋李二曲等大儒、莫不設教講學。四方聞風而往的、多則幾千、少亦數百、比較現在的學會、也就未遑多讓。諸君這話何常不是。但兄弟所講的學社、與我們歷史上的學會、性質有些不同、未便指鹿爲馬、借來充數。兄弟請先

(註一)此係民國五年中國科學社舉行第一次常年大會時演說辭、見民國六年『科學』第三卷第一期。

講我們歷史上的學會與現在我們所講的學社不同之點在甚麽地方。第一、我們歷史上的學會、專講古書經史道德倫理正心修身齊家治國平天下之事。現在我們所講的學社、專講實驗科學及其應用。一個偏於德育、一個偏於智育、其不同之點一。第二、我們歷史上學會、是由一個大學者、大賢人、因其學問既大、名望也高、大家蓬湧雲集的前去請教而成。現在我們所講的學社、是由多數學問智識相等的專門學者、意欲切磋砥礪、增造智識、推廣學術的範圍、互相結合而成。一個以人爲主、一個以學爲主、其不同之點二。現在我們要問我們歷史上學會的方法、何以不適於現在學社的用處。其最大的原因、就在現在的科學與從前那種空虛的哲學不同。其理由且等兄弟大約言之。第一、科學的境界愈造愈深、其科目也越分越細、一人的聰明材力斷斷不能博通諸科。而且諸科又非孑然獨立。漠不相關的。有人設了一個譬喻、說世界上的智識、譬如一座屋宇、各種科學、譬如起屋築墻、四方八面、一尺一寸的、增高起來。但是若不合攏、終不成屋宇。一人的力量有限、只好造一方的墻壁、不能四方同時幷進。今要墻壁成爲屋宇、除非大家合在一處、分途幷進、却是共力合作。此現今的科學社

必須合多數人組織而成的理由一。其二。現在的實驗科學、不是空口白話可以學得來的。凡百研究、皆須實驗。實驗必須種種設備。此種器具藥品、購買製造、皆非巨款不辦。研究學問的人、大半都是窮酸寒畯、那裏有力量置辦得來。所以要學問進步、不爲物質所限制、非有一種公共團體、替研究學問的人供給物質上的設備不可。此現今的科學社不得不合羣力以組織的理由二。第一個理由、是科學性質上不得不然。第二個理由、是科學情形上不得不然。西方學術的發達、其學社的功勞爲多。其學社之所以發達、則由彼國人士、看明上舉兩種理由、直捷做去。非但「西方人能羣、東方人不能羣」兩句話、可以盡其底細。照上所說、我們所講的學社、是我們歷史上所未有的了、但諸君不能因爲歷史上未有的、便爲失望。諸君須知歷史是人造的。歷史遺物件、雖不比化學室中的藥品、物理室中的機械、是有意造成的:却也如地質上之石層、生物上之種別、爲自然進化的陳迹。西方科學的歷史、不過二三百年。其科學社的歷史、最古的也不過二三百年:我們急起直追、倘未爲晚呢。

現在當講外國科學社的歷史。兄弟曾經說過、外國科學社之多、實在指不勝屈。大概

凡少有文化的國度、其國民少知科學的重要、皆有科學社以圖其國科學之發達。如今要一一講來、不但兄弟無暇去調察、諸君也無暇來聽。兄弟現在且用一個擒賊擒王的手段、把世界上最古而最有名的科學社講兩三個、其餘都可以類推了。

世界上又古而最有名的科學社、不消說要推英國的倫敦皇家學會 (The Royal Society of London)。倫敦皇家學會成立於一六六二年、但是此會的胚胎、早已經萌芽。據魏爾特博士 (C. R. Weld) 的『皇家學會史』引有沃力斯博士 (Dr. Wallis) 自記的話、甚有趣味。他說:『當一六四五年我居倫敦時候、英國內亂不已、大約都關起門了。我於談論宗教之外、常愛與彼間之一種學者來往。此種學者、深通自然哲學、但於當時所種的新哲學或實驗哲學、尤深嗜篤好。我們相約每星期聚會一次、以討論這新哲學中的問題、如物理、解剖、形學、天文、航海、磁學、化學、機械等事。當時在會諸人、有 Dr. John Wilkins, Dr. Jonathan Goddard, Dr. George Ent, Dr. Glisson, Dr. Marret, Praf. Samuel Foster, Mr. Haak等。會地有時在 Dr. Goddard 的寓所、有時在樹林街(Wood Street)……至一六四八至一六四九年間、有的遷居奧克斯福

(Oxford)、於是我們的團體分成兩段。在倫敦的仍舊聚會、在奧克斯福的也時常開會；且加了許多新會員、如 Dr. Ward, Dr. Ralph Bathurst, Dr. Petty, Dr. Willis 等。我們這樣講求學問的方法、居然成了風氣。」(註二) 上面所引的話、作史的人據爲倫敦皇家學會及奧克斯福皇家學會的起原、兄弟想來也是不錯。還有化學物理上鼎鼎有名的鄱伊爾 (Boyle) 也是皇家學會發起人之一。一六四六至七年二月間。鄱伊爾寫信與人、說「常與無形學校 (Invisible College) 之礎石相往來。」這無形學校、有時又叫哲學學校 (Philosophical College)、就是指當時聚會的學者小團體了。

兄弟暫且擱下皇家學會的事蹟、與諸君一探索此會理論上的根據。諸君曉得凡言近世科學的歷史、必推英人培根 (Francis Bacon) 爲鼻祖。因爲他注重歸納的方法、主張凡學須從實驗入手。這實驗兩個字、就是近世科學的命根。實在講來、這創立學會、聚集許多學者以研究各種學問的意思、還是培根發起的。他所作的 New Atlan-

(註二) Welds: *History of the Royal Society*. Vol. I, p. 31-33

tis書中、有一段講他胸中想象的學校、說道：

『我們建設的目的、在求因果的智識、事物的奧妙、以擴充人智的界域、使其無物不到。此種建設所要的豫備及器具如下：大而且深的洞、以爲凍結、凝固、及保存生物之用。高塔以觀天文。大湖蓄鹹與淡水以養魚禽。急流瀑布以發動力。掘成之井、人造之泉、大屋多空地以爲試驗衛生之室、節制變通其空氣之狀況、以養病及衛生。花園及曠地蓄養各種禽獸。釀酒室、烘麵包室、廚房、藥鋪、火爐、望遠室、聽聲室以練習表示聲音及由聲音產出之物、空室、機械室、算術室、等等。其中設職員及職事如下：十二人航行外國、以採集新出書籍及試驗的器具、是爲採光之商（Merchants of light）。三人搜集書中所有之實驗、是爲求智者（Deprecators）。三人搜集機械上科學上及實用上之實驗、是爲不可思議之人（Mysterymen）。三人從事於新試驗、可稱爲開路先鋒、或開礦者。三人搜集上四種人所得之經驗而編成表冊、使其一目了然、是爲編輯人。三人合同視察其同事之人、幷視其試驗中何者有用於人生智識、何者可用以表明事物的原因、自然的祕奧、以及發見物體之機能及價值、此等人可稱爲作事人或

作德人（Benefactors）。然後於全體職員屢次聚會討論已得的經驗已集的事實後、由三人出而創擬更深更精的試驗、務以深入事物之本性為主、此等人我們可稱之為燈（Lamps）。再有三人、實行此創擬之實驗、我們稱之為接花者（Inoculators）。最後三人、更以試驗增進以上的發見以得包羅衆理的通律、此等人可稱為自然界之解釋者。」（註三）

培根這種建設的思想、實在與他的實驗哲學相輔而行。他死於一六二六年、他的New Atlantis於次年出版。到皇家學會成立之時、此書已經十版、其為當時學者所推崇、及其影響、可想而知。有了此種理論在當時學者胸中、才有科學、才有皇家學會出現。四年前為英國皇家學會二百五十年週年紀念。此會印了一本書、名叫「皇家學會實錄」（Record of The Royal Society）、分送各國學校學會。其第一句話便道、「皇家學會的建設、蓋培根哲學工夫實效之一」可謂數典知祖、歸美得當了。

現在我們言歸正傳、仍講皇家學會的歷史。兄弟上面已經講過、當時有一種新哲學

（註三）見*History of the Royal Society* Vol. I, p. 59-60.

家、時常相約聚會、討論自然哲學及實驗的方法。一六五一年在奧克斯福這一班人、已經起了一個會名哲學會：其在倫敦的、仍舊在格雷山學校（Gresham College）聚會。到了一六五九年、英國因克林威爾死後國內大亂、他們的學會、也就中止。到一六六〇年、查理士第二復位、國內漸歸平靖、這一班新哲學家、仍舊開起會來。他們漸漸覺得非有一種正式的組織、不足以維持久遠。於是就當時所有會員四十一人、組織一會、大詩人犒力（Abraham Cowley）也在其內。此是一六六〇年冬天的事。但會雖成立，還沒有會名。當時英王查爾斯第二也是個好學右文的英主、對於這一班新哲學家的聚會討論、極表欽仰之意、自命爲發起人之一。有時還到會聽他們講演試驗。於是當時這班學者、對於查爾斯第二也極愛戴。這皇家學會的名字、就由此來。至於這學會的註册、於一六六二年七月十五日蓋印。現在大家都以一六六二年爲皇家學會的成立日期了。

大凡一個學會的重要歷史、在其成就的事業、不在其學會的本身。我們且不管皇家學會初立的時候、財用如何困難、會所如何不定、何時由格雷山學校遷到阿淪特爾

舍(Arundel House)、何時遷到克雷恩院(Crane Court)、何時又遷到索牟賽會舍(Somerset House)、何時遷到現住的勃令頓舍(Burlington House)。單說他們所辦的這皇家學會第一個目的、是用實驗的方法、以謀自然科學(自然哲學是當時常用的話、意思就是現在物理學)的進步。所以此會成立之始、其最重要的事業、就是施行實驗。此種實驗、或由會員自任、或由會中推幾個會員專司其事、於每次常會中對大衆施行、以供會員的參考研究。此種實驗、乃完全自成一事、不像現在人講演的時候,以實驗爲陪襯、助解釋的。其實驗中之最有名的如鄂伊爾的抽氣筒、牛頓的分光試驗、皆於科學上大有關係。第二件事、是輔助政府、改良國內學術上的事業。如格林維誌(Greenwich)的皇家觀象台、從一七一〇年起、歸此會管理。直到一九〇六年、這氣象台的七個管理員、皆是此會推與出來的。英國的國立物理試驗所(National Physical Laboratory) 也歸皇家學會管理。至於有疑難問題出來時、這皇家學會就是政府的顧問。如房屋船隻的避雷法、監獄的通風法、緯度的測量法、定秒時鐘擺的長短、比較英法兩國的長度之法、全國地形的測量、屬地磁力的測量等等、皆

出皇家學會的手。諸如此類、不勝枚舉、上面不過隨意舉以見例罷了。現在英國政府每年給與皇家學會四千金磅、以供研究科學之用。一八九六年、英國國會又決議給皇家學會每年一千磅、以供科學書籍出版之用。這可見英國政府對於此會的態度了。第三件事、是搜集各國圖書標本。諸君曉得這世界有名的不列顛博物院到了一七五三年始得成立。在這博物院未成立以前、世界所有的新奇物件、都送到皇家學會去。不但如此、此會有時也派人在國中各處搜集自然的歷史上標本。不到幾十年、這標本的搜集也就可觀。在當時倫敦城中、可算獨一無二的了。到了一七八一年。皇家學會遷往索牢賽舍的時候、除了許多器具於歷史上有關係仍保存於學會外、其餘所有的珍藏、都送與不列顛博物院了。第四件事、是出版物。皇家學會所出的期刊有兩種。一種名 Philosophical Transaction, 於一九九四至五年三月出版、起初是各書記編輯。一七五〇年之後、另有一編輯部經理其事。到了一八八七年、這 Philosophical Transaction 又分為A,B兩種。A種專載算學物理的著作。B種專載生物學上的著作、再有一種名 The Proceedings of Royal Society、這種不過是 Philo-

sophical Transaction 的選錄、每年約出二冊。這兩種期刊出世以來、不知多少新學說、曾在其中發表。世界上的科學期刊、要算無出其右。近年皇家學會更逐年刊行世界各國科學著作的目錄、更可謂體大用宏的著作了。

上面所說的四件事、皆是顯而易見的。至於這個學會對於英國對於世界的貢獻、已經是有目共見、用不着兄弟再爲贊美。但有一件、兄弟要請大家注意。就是英國在十七世紀的時候、雖然有奧克斯福肯孛列基幾個大學、當時學者的頭腦也極頑固。他們所講求的、不是希臘拉丁就是神道哲學、從不肯留心自然哲學。所以雖有培根這個大人物出來、創立新學派、注意實驗哲學、總沒人肯去實行。這一班創立皇家學會的新學家、看見當時的學者守舊太甚、無可如何、才出來創立這個『無形的學校』。英國的科學、從此下根、從此發芽、從此長成枝葉扶疏的大樹。諸君試看看英國很早的大發明家、如鄒伊爾兌維法勒第達爾文、都不是學校的教授、但都是皇家學會的會員。可見要是沒有皇家學會、英國科學的發達、不知要遲許久呢。

皇家學會的組織、有可供參考的、也不可不略講一二。此會的管理團體、有議事會會員

(Council)共二十一人、每年改選十人。會長、書記、會計、皆由此會選出。副會長則由會長推任。書記共有三個、兩個管開會紀錄等事、一個管外國通信的事。另有一個副書記、係傭雇的、會員不得充任、其他各事、各有特別委員。其會員定額、本國每年舉十五人、外國五十人。因爲外國的科學家、合而計之、總比英國一國多、這也可見學會的大同主義了。至會員選舉的方法、須有六個會員介紹、得議事會之承認、方得爲候選會員。候選會員之通過、則由全體投票表決。又會員入會費爲英金十磅、常年會四磅。兄弟講到此點、是爲諸君有皇家學會會員希望的、早早豫備這一項巨款、免得臨時周章。

諸君。兄弟講皇家學會費的時間已經不少、不過諸君不要以爲皇家學會是英國獨一無二的科學社。英國科學社中、後起之秀尚有皇家學社(Royal Institution)、爲湯柏生(Benjamin Thompson)所發起、成立於一七九九年二月。此社的宗旨、在提倡工業會進步及新發明的應用、代維法勒第皆是此社中有名人物。後來與皇家學會聯絡起來、有人稱他爲皇家學會的實修場。照此看來、可見兩個團體的關係性質

了。又有不列顛科學促進會(British Association for the Advancement of Science)、成立於一八三〇年。這科學促進會的宗旨、在調察當時各科學的情形、以成有統系的科學研究。有特別問題出時、此社可組織一個委員會、合各科學家研究之。這兩個學會、皆足補皇家學會之不及、於英國科學的進步大有關係。

法國的科學社(Académie des Science)成立於一六六六年、比英國皇家學會約遲四年。其未成立以前的歷史、也與英國皇家學會相似。當時一般新哲學家、常常聚會討論哲學問題、有名的人、如笛卡兒伽散地(Gassendli)巴斯加爾(Pascal)霍勃斯(Hobbes)等皆在其內。後來各爾培耳(Colbert)想出一個正式的組織。到了一六六六年十二月、乃在法國皇室圖書館開第一次會。當時法皇路易十四極贊成此舉、凡在科學社的社員、皆給與薪俸、又有特別款項為此社社員試驗用費。到一六九九年、復行組織、全社社員定為二十五人、十個是名譽社員、其他十五個是受俸的社員。分形學、天文、算術、解剖、化學五股、每股三人。其正副社長、皆由法皇欽派。書記會計則由受俸的社員中選出。照此看來、當時法國的科學社、竟是一個貴胄學堂。所以當時的

人心、極爲不平。到了一七九三年、法國大革命之後、平民得志、就把這科學社封閉起來。當時有名的社員、如拉瓦謝（註四）(Lavoisier) 等一班人、都送上了斷頭臺。但法國的科學、却是由這個科學社製造出來的。有人說、『要詳細講這社的歷史、就同作一部法國科學史一樣。』我們現在但想法國有名的科學家、如拉孛拉斯 (Laplace)、步豐 (Buffon)、拉格瑯士 (Lagrange)、達郎倍兒 (D' Alembert)、拉瓦謝、敍秀 (Jussieu) 都是此社的社員、也可見一班了。現在法國的科學社、是一八一六年重新組織的。市民政府解散老科學社之後、於一七九五年、另組織一個國家學社、包括各種學會在內。這科學社就是國家學社的一部。其後法國有名的科學家如嘉諾 (Carnot)、弗賴奈爾 (Fresnel)、安培耳 (Ampere)、阿喇戈 (Arag)、比約 (Biot)、蓋呂撒克 (Gay Lussac)、底那耳 (Thenard)、居維葉 (Cuvier)、芍弗喇 (Geoffroy)、聖的來耳 (St. Hiliares)、皆是此社的社員。

德國最大的學社、要算柏林科學社 (Akademie der Wissenschaften zv Berlin)。此

（註四）參觀『科學』第二卷第三期拉瓦謝傳。

社創設於一七〇〇年、係普王弗賴特列克第一(Friederich I)用大哲學家來孛尼茲(Leibnitz)的計畫建設的。到了弗賴特列克第二、又照法國的組織法加以改造。現在的組織、乃係一八一二年所定。其中分兩種四門、卽物理、算術、哲學、歷史、是也。諸君請注意德文Wissenschaft之意思、包括有哲學歷史在內、其範圍比英文的Science較大。德國的大學最多、發達也最早、所以其國學會的重要、比不上英法兩國。至於德國學會的事業、有點分功的意思行乎其間。譬如范漢科學社(Akademie des Wissenschaften zu Maunbeis) 專研究氣象學、蒙欣科學社 (Akademie des Wissenschaften zu Munchen) 專研究國民教育及自然歷史、皇家科學社 (Konigliche Akademie des Wissenschaften) 專研究應用科學皆是。

美國的科學社、算非拉待爾費求進有用知識哲學會 (American Philosophical Society held at Philadelphia for Promoting Useful Knowledge) 爲最古。這學社爲弗蘭克林所發起。弗氏於一七四三年著了一篇小小文章、名『增進美洲殖民者有用知識之提議』這篇文章一出、大家立刻熱心贊成、就在這年設立了一個會。舉弗

蘭克林做書記。到了一七六九年、又與弗蘭克林創設的菲拉特爾費求進有用知識會合幷、所以有上面這長而難讀的會名。這會範圍甚廣、其所研究的專以科學爲主。其次波斯頓的美國文藝科學社 (American Academy of Arts and Science) 亦甚古。成立於一七八〇年。至於美國的全國科學社 (National Academy of Sciences)、係一八六三年註册。此社與政府略有關係、其組織亦甚完備。中分六股、即算學天文股、物理工程股、化學股、地質古物學股、生物股、人種學股。其社中出書、亦由政府印行之。又有菲拉特爾費的自然科學社 (Academy of Natural Sciences of Philadelphia)、成立於一八一二年:美國科學促進會 (American Association for the Advancement of Science)、設立於一八七四年。各會皆刊書出報、各有所長、於科學的發達貢獻不少。兄弟所講的各國科學社歷史、疏略已極、因爲世界上有科學社的國、不只上說幾個:幾國之中、所有的科學社也不只上舉幾個。但是時間有限、兄弟要節省一點、爲我們中國科學社的地步。我們的中國科學社發起不過三年、正式成立不過一年、比起世界上的大科學社來、真是『培塿之於泰山、行潦之於河海』了。但是古語說得好、『譬

如行遠必自邇、譬如登高必自卑』我們這社二三年的歷史、安知不是以後二三百年光榮歷史的發端。今天講講本社的歷史、或者也不是無謂的曉舌。

我們的中國科學社發起在一九一四年的夏間。當時在康奈爾的同學、大家無事閒談、想到以中國之大、竟無一個專講學術的期刊、實覺可愧。又想到我們在外國留學的、尤以學科學的爲多。別的事做不到、若做幾篇文章、講講科學、或者是還可能的事。於是這年六月初十日、大考剛完、我們就約了十來個人、商議此事。說也奇怪、當晚到會的皆非常熱心、立刻寫了一個原起、擬了一個科學的簡章、爲湊集資本、發行期刊的豫備。當時因見中國發行的期刊、大半有始無終、所以我們決議、把這事當作一件生意做去。出銀十元的、算作一個股東。有許多股東在後監督、自然不會半途而廢了。不久也居然集了二三十股、於是一面草定章程、組織社務、一面組織編輯部、發行期刊。諸君記得一九一四年夏間、就是歐洲大爭戰開始的時候。當時我們派回國的總經理黃伯芹君、看見時事不好、幾乎要停辦。還是在美的社員熱心、決意堅持到底、我們的『科學』第一期、才得於一九一五年正月出版。諸君曉得我們科學社的宗旨、是

要振與科學、提倡實業、僅僅一個期刊、要想達到這宗旨、豈不是夢想。後來社員中覺得此事要緊的、也日多一日。就有鄒應憲君、正式提議改組本社為學社。即由董事會發信問全體股友的意見、得一至贊成。再於一九一五年六月、由董事會派胡明復君鄒秉文君及兄弟三人、為新社總章起草員。此章程於一九一五年十月由社員全體通過。從此中國科學社遂告正式成立。照現在所引的章程、本社社內的組織、有一個分股委員會。這分股的意思、是將全體社員、略照所學的科目、分配各股、以便有問題出來時、大家研究。現在分有農林、生物、化學、機械工程、電機工程、土木工程、採礦冶金、物理數學、及普通九股。分股委員會的章程、於今年通過。現在各分股長正在從事分股的組織。其他各部、有期刊編輯部、此部自本社未改組以來、已經有了。現在本社所出的「科學」期刊、都是此部的出品。其次有書籍譯著部。此部組織的目的、因見國內所用的教科書、大半淺陋不堪、意欲調察現在國內所需的書籍、就本社同人所知以為最適合的善本、或編或譯、以供學界之用;又欲編定各科辭典、以為編譯之基礎。此部已經成立、現方進行編譯各事。三、圖書部、設立此部的意思、是要收集圖書以為將

來建設圖書館的豫備。諸君現在美國各校皆有很大的圖書館、甚覺方便。後日一入國門、除了自己所帶幾部書之外、要翻閱參考書、可就難了。本社創設一個圖書館、確是當務之急。現在收集圖書的章程、及流通書籍的辦法、已經在「科學」第二卷第八期上發表、請諸君留心察閱、可行就行、不可行還可修改。其四、經理部、現在專經理發行期刊的事宜、以後譯著書籍出版時、也是此部的事。此部與期刊編輯部同時成立。也是本社最老的幹部。尚有一個最重要的部分、是董事會。本社的新董事、選舉須時。從前的董事、是由舊社來的、勉强支持、實在無事蹟可言。諸君若必要問個所以然、兄弟祇得求各部職員恕恕說一句話、凡各部的進行、董事會皆與有力焉。現在本社的社友、至八月底止、已有一百八十二人。不但國內及美國、就是英德法日本等國、皆有本社的社員。現在外面已漸漸明白本社的意思、也有自求入社的。期刊的銷路、也逐漸推廣。諸君、這就是本社的略史。本社方在草創之際、自然沒有非常的事蹟可言。但本社這兩三年的歷史、雖無特別光彩、總可算前進未已、是我們所可自信的。

諸君已經聽過世界上的幾個科學社及本社的歷史了。現在我們且比較彼此同異

的地方、以實行他山攻錯的主義。現單就英國皇家學會而觀、兄弟所最喜的、是分股期刊編輯等事、皆是彼此所同。我們組織本社的時候、并未參考皇家學會的章程、也可謂『閉門造車、出門合轍』了。但有一件、爲他國科學社所最注重、進而言之、爲他國科學社精神所在、而我們中國科學社所尚未議及的：就是自己設立實驗室以研究未經開闢的高深學問。諸君或者說他們的科學社發起的時候、大學尚未發達、所以學社不能不出於自行研究之一途、若在今日、學校既已發達、到處都有實習室、本社何必急急於此呢。不知目下的中國、也與十六世紀的歐洲差不多。對於近世的新哲學、尚在莫知其妙的境界。高等以上的學校、可算名副其實的、真有幾個。若專靠這幾個不中不西的學校、不從他方面開一個直捷有力的門徑、想要科學發達、恐怕是俟河之清了。諸君或者又說、學會的組織有兩種、一種是專爲自己研究學問的、一種是爲開通民智的。我們的學會、若是專爲開通民智起見、這自己研究學問的事、可以不必問及。這也不然。大凡一個組織、必須有體有用、然後其組織不是無根的木、無源的水、可以繼續發達。外國的學社、但有以謀科學的進步爲宗旨的、（如英國科學促

進會美國科學促進會皆是、）却沒有但以開通民智爲宗旨的。因爲能謀科學的進步、這開通民智的結果、是自然而然的了。科學的進步、不是做幾篇文章、說幾句空話、可以求來、是要在實習場中苦工做出。諸君若以兄弟這話爲不大錯、兄弟倒要請諸君做一個短夢、看一看中國科學社未來的會所。這會所蓋在中國一個山水幽勝、交通便利的地方。外觀雖不甚華麗、裏面却宏敞深富、恐怕比現在美國麻省工業學校新建的校舍不相上下。其中有圖書館、有博物館。其餘則分門別科、設了幾十個試驗室。請了許多本社最有學問的社員、照培根的方法、在實驗室研究世界上科學家未經解決的問題。本社所出的期刊書籍、不但爲學校的參考書、且爲各種科學研究的根據。由現在的中國科學社到我們想象中的科學社須經幾多歲月、全看我們社員的熱力、與社會效公心了。

三　中國科學社之過去及將來(註一)

任鴻雋

緒言

(一)科學之重要。　言近世東西文化之差異者、必推本於科學之有無。蓋科學爲正確智識之源、無科學、則西方人智識猶沉淪於昏迷愚妄之中可也。科學爲近代工業之本、無科學、則西方社會猶呻吟於顛頓枯槁之途可也。科學又爲一切組織之基礎、無科學、則西方事業猶擾攘於紛紜散亂之境可也。吾人縱如何情殷往古、而於近代智識、工業、及社會組織之進步、不能不加承認。吾人縱如何回護東方、而於西方智識、工業、及社會組織之優越、不能不加承認。若是乎、東西文化及國勢強弱之分界、一以科學定之、然則科學之重要、不於此而可見耶?

(二)科學發達之條件。　夫以科學之有無、其結果之截然不可假借、既有若是矣。吾人誠不欲以昏愚、枯槁、紛亂終、則返而求諸科學、亦何難之有?雖然、事不若是之易

(註一)見民國十一年「科學」第八卷第一期。

易也科學之發達、至少必具下列諸條件：

(1)研究精神。同一蘋果墮地也、他人第熟視無睹、而牛頓以悟萬有引力之理。同一蒸氣沖蓋也、他人以爲平常無奇、而瓦特以神發動機關之用。海王星之發見、觀測幾及十年、天演論之成書、搜材亦近一世。凡此孜矻之不已、實「即物窮理」之精神所表現。夫所謂物者、不限於前人著述之所已及、即所謂理者、實有以發天地自然之奧妙。而且無所爲而爲、唯真理之是求、不爲利奪、不爲害怵。必此種精神彌漫於學人心腦之中、而後科學萌芽乃有發生希望。

(2)共同組織 研究精神固屬個人、而研究之進行、則有待於共同組織。蓋科學之爲物、有繼長增高之性質、有參互考證之必要、有取精用宏之需求，皆不能不恃團體以爲扶植。是故英之皇家學會、法之科學院、成立於科學萌芽之時、實即科學發生之一重要條件。蓋研究精神爲科學種子、而研究組織則爲培養此種子之空氣與土地、二者缺一不可也。

(3)社會贊助。 今人言及科學發生之歷史，則聯想及於布魯諾、加里雷倭之受迫

害、若以是爲科學家之唯一運命者。實則科學之初誕、壓迫者僅出教會、而贊助者仍在羣流。如皇家學會初成時、英國政府嘗給予年金以資補助。英王查理士亦自爲發起人。法國之科學院、則爲路易十四所倡設。餘如德、奧、意、美，莫不各有國家設立之科學機關以圖科學之發展、故科學之進步亦一日千里、不可限量。蓋科學家雖不必待外界之尊崇以爲重、而科學之發達、則必有待於社會之贊助、有斷然者。

(三)學社與科學之關係。　觀乎此、則學社與科學之關係、大可見矣。其始也、學者以圖共同研究之便利、而組織學社；其繼也、以學社之種種便利愈促進科學之發達。至學社本身之能否發達、則一視其組織分子之熱力、與社會對之之同情爲斷。吾人觀於西方科學發達之歷史與其學社林立之盛況、而不禁爲之躊躇滿志也。

(四)現今科學教育之缺點。　現今我國教育界、競言重科學矣、顧其所謂科學教育者、至少有兩大缺點。一則專注重科學之傳授、而不問科學之研究、一則僅以研究之事、委之學校、而不別求直捷有效之途徑是也。夫研究爲科學之所由出、未有不提倡研究而能奏提倡科學之功者也。若乃研究科學、雖亦當今高等大學所有事、特學校

職任、首重教課、其於研究、亦行有餘力之類耳。故非於學校外別設研究機關、欲科學之油然勃興、不可得也。故謂學社爲發達科學所不可缺、在當時之西方有然、在今日之東方亦有然、在學校未發達之國有然、在學校已發達之國亦有然也。

中國科學社成立之歷史

觀上種種、則中國科學社成立之必要、已不待言、今所言者此社成立之經過及其將來計畫耳。本社發起於民國三年夏、時發起諸人多在美國、盡力從事於科學雜誌之編輯。民國六年三月、在中央教育部呈准立案、當時呈文所列本社應舉事業、與本年修改後總章所列者、雖文字略殊、而實質無改。茲舉其條文如下：

(1)發刊雜誌、以傳播科學提倡研究。

(2)著譯科學書籍。

(3)編訂科學名詞、以期畫一而便學者。

(4)設立圖書館以供參考。

(5)設立各科研究所、施行科學上之實驗、以求學術、實業、與公益事業之進步。

(6)設立博物館、搜集學術上、工業上、歷史上以及自然界動植礦物諸標本、陳列之以供研究。

(7)舉行科學講演以普及科學智識。

(8)組織科學旅行研究團、爲實地之科學調察與研究。

(9)受公私機關之委託、研究及解決關於科學上一切問題。

觀上所列、則本社宗旨不言可喻矣。至本社於所揭櫫之事業實行至何程度、則當於下方明之、

本社以民國七年由美移歸中國。始設事務所於上海及南京、繼在財政部請得南京成賢街文德里官房、乃設總事務所於南京、同時於上海、北平、廣州、皆設有分社事務所。本社之科學圖書館、生物研究所、則以房屋上之便利故、皆設南京。其他各種事業、則擬就各地之便利、隨時舉辦。本社社員名數現在五百以上、皆曾受專門高等教育、或在社會上辦事著有成績之人、說者謂國內團體分子之純粹與程度之齊一、無如本社者也、(附社員統計表、茲從略)

中國科學社之現在事業

本社成立之始、即以九種事業自任、今實行者已過大半、請單簡分述如下：

(1)出版物。又分三種：

(A)科學月刊。自民國四年出版、迄今已出至第七卷第十期、爲國內專設科學之唯一雜誌、其在學術界上之價值、已有定評、茲勿具論。英美學會與本社交換雜誌者亦不下十餘處。

(B)通論特刊及單行論文。本社曾刊行科學通論、及他種特刊多種、謀灌輸科學正確知識、頗承學界歡迎。又印單行論文數十種、皆極有價值之作。

(C)科學叢書。本社現在編纂科學叢書、使讀者得有統系的高深科學智識。

(2)圖書館。本社科學圖書館、成立於民國九年、現有中西書籍一萬六千餘册。西文書籍、多係本社就新出科學書中、妙選擇購、其無關重要之書、爲他處所易得者、概不入錄。各專門雜誌爲研究參考所不可缺者、在中國尤不易獲本社購置各國專門雜誌約計一百三十餘種、在中國各處圖書館中、未有及此宏富者也。

外國學社所出之書報、對於同類學社皆有贈送及交換之例。本社近承美國斯密索林及卡列基兩學社寄贈其所出書籍報告等二千餘册、其他交換之書籍雜誌亦數十種。又美國斯密索林學社之國際交換書籍、其贈諸中國者、已由本社呈准外交部及上海交涉使署、由本社圖書館保管、此足引爲榮幸者也。

(3)研究所。 本社之生物研究所、於民國十一年夏間、仍就南京總社所設立所中辦法。約分兩部：一方面搜集國內動植物標本、分類陳列、以備衆人觀覽；一方面選擇生物學中重要問題、開始研究、以期於此中有所貢獻。至各種研究中、所以獨先生物者、則以生物研究、因地取材、收效較易、儀器設備、須費亦廉、故敢先其易舉、非必意存軒輊也。

(4)講演。 本社講演約分兩種：一爲常期講演、每年一次或數次、每次數講或數十講、皆就各演題特加組織、爲有統系之陳述、行之已數年、聽者踴躍。一爲臨時講演、遇某科學大家蒞止或某特別機會時行之、如杜威羅素與班樂衛之講演、是其例也。

(5)名詞審定。 名詞審定、原爲本社事業之一。自民國八年以來、本社參與科學名

詞審查會事、則各科科學名詞、多出本社社員之手矣。

(6)年會。 本社每年開年會一次、開會時除討論社務及特別問題外、社員於科學上有研究發明者、亦得作成論文、在會中宣讀、此固學術團體之舊例而他種集會所無者也。

本社現在事業之可為國人告者止此。以本社同人之棉力薄材、處科學重要尚未為國人了解之際。雖竭蹶經營、而陳效猶尠、當為識者所共諒、然吾人懷抱所及、則不以是為限也。今請述本社將來之計畫於下。

本社之將來計畫

(1)雜誌。 擬分專門及通俗兩種、專門者以發表社員研究之新得、通俗者以傳播科學之常識。有專門著作而後可圖世界學術之聯絡、有通俗論文而後可望科學智識之普及。

(2)圖書館。 擬辦理下列諸事以推廣圖書館之功用。

(A)印行書籍目錄、使各處有借閱權利之人、皆得使用書籍之便利。

(B)刊行雜誌論文節要、使國中學者不必觀外國專門雜誌而知當今科學界之現狀及進步

(C)添設分館於各重要地方、以圖科學書籍之普及。

(D)整理中國書籍。

(3)研究所。 至少須有下列數種;

(A)理化研究所。

(B)生物研究所。

(C)衛生研究所。

(D)鑛冶研究所。

(E)特別研究所。

生物研究所現雖已成立、而規模狹小、亟待擴充。至其他各種研究所、為研究各種科學問題所不可少、其設立亦不可緩。蓋以科學問題、有屬於吾國特有者、有應由吾國學者擔任與世界學者共同研究者、皆有待於研究所之成立、乃能由於空言而進於

行也。

(4)博物館。擬設下兩種：

(A)自然歷史博物館。

(B)工業商品博物館。

以上所陳、特其大概、至今進行次序、則擬分年分地、次第舉行。如總圖書館及自然歷史博物館宜設於北平、理化研究所及工業商品博物館宜設於上海、生物研究所及衞生研究所宜設於南京、礦冶研究所宜設立廣州、其餘分圖書館及特別研究所等、則隨處可設、要視本社社員之能力、及社會贊助之熱心何如耳。夫英有一皇家學會、實開科學之先河、美設斯密生學社、亦樹華國之宏規吾人處華路藍縷之後、當康莊大啓之時、尙不能從當世學者之後、以爲世界學海增一勺之量乎？我言及此、吾心怦然、吾尤知海內海外期望吾社之賢達同此心理也。

民國十一年、冬至日。

編者附誌　任君此文作于民國十一年，對于當時中國科學社之概況及未來之計畫爲簡要之陳述。十餘年來，本社同志秉此方針，努力前進，雖所成未逮志願什一，但事業進展頗有可紀。爰于本篇之末略述現狀，藉充本篇之廣續而供關心本社者之參攷焉。

（一）社員　本社現有社員合計一千二百餘人，內有歐美籍社員十八人。各社員研究之學科列表如次。

組別	人數	百分比例
物質科學	336	27
算學	59	
物理	54	
天文	6	
化學（化工附）	221	
地學（氣象附）	36	
生物科學	272	21
生物	103	
醫藥	79	
農林	90	
工程科學	417	32
電工	97	
土木工（建築附）	133	
機工（造船附）	98	
礦冶	76	
染織	13	
社會科學	229	18
心理	14	
教育	50	
經濟，商業	90	
政治，社會	37	
文，史，哲	38	
未詳	32	2
共計	1286	100.00

本社在美國設有分社，由留美社友處理之。於國內各地，如上海北平南京瀋陽廣州杭州重慶青島蘇州

均設有社友會，藉以聯絡研究，推廣科學。每年夏季擇相當地點開年會一次，集各地社友於一堂，宣讀論文，討論社務。

(二)事業　本社現有事業可析爲下列數項。

(1)出版物　本社出版物可分爲六種。

甲，科學雜誌。自民國四年出版以來，按月發行，現已出至第十七卷。乙，論文專刊。係每年彙集年會中社員宣讀之論文刊印發行，自民國十一年起，每年一册，現已出十一册。丙，科學叢刊。凡較爲高深而有系統之科學研究歸入此類，已出版者有三種。丁，科學叢書及通論。係大學通用之教科書或參考書性質。已出版者計有十四種。戊，生物研究論文。爲本社生物研究所研究所得之結果。自民國十四年起，十八年止，共刊動植物論文五卷，每卷五號。自十九年第六卷起，因經費稍裕，成績較富，動物與植物乃分組刊行，每組每卷約有十號。迄今共出版是項論文約九十餘種。與國外著名學術機關交換刊物者達六百餘處，遍及全世界矣。以上各種出版物，本社刊有目錄備索。己，科學畫報半月刊。於二十二年八月一日起發行，其目的在普及科學知識於兒童及一般民衆。此爲本社最新之刊物。銷行亦最廣。

(2)圖書館　本社圖書館原設于南京社所。自民國十六年國民政府補助巨款作爲本社基金，並以上海地方有設立科學圖書館之需要，乃在亞爾培路購地三畝，爲圖書館之基地，十八年開始建築，於二十年元旦與行落成典禮。爲紀念本社創辦人胡明復博士故，即定名爲明復圖書館。除屬於生物學專門

書籍仍留南京，爲生物研究所參攷之用外，其餘書籍均移儲新館，公開閱覽。現有藏書，據最近統計，共計中西書籍三萬七千八百六十冊，每年訂購外國各種科學及實業雜誌計一百四十餘種，又外國交換雜誌二百十餘種。其中頗多珍貴典籍，有百餘年或數十年之全套舊雜誌約四五十種。本國文雜誌亦有一百五十餘種。贈書者有美國卡奈基學社及斯密松寧學社之出版物全部，迄今源源寄贈。美國政府贈與吾國之國際交換圖書凡七千餘冊，亦在本館保管。私人方面贈書者，有德國生物學家杜里舒博士自用之書報及社員周美權君之英美算學名著，各有數千冊，均係極珍貴之典籍。黃膺白君及王琎君捐贈社會科學書籍亦各有七八百冊。此外由社員之熱心捐贈者甚多。京滬二圖書館全年購書經費約達二萬元。

（3）生物研究所　該所成立之初，並無指定之經費。自民國十二年起江蘇省補助本社月費，乃得撥其一部分爲該社之經費，惟月僅有三百元，動物植物二部各得其半，僅資略購器械與採集標本之費而已。卒以主持者，如秉志胡先驌諸社員之努力，創設陳列館，刊布研究論文，遂漸漸爲學術界所注意。自民國十五年以來得中華文化基金會之資助，研究事業遂能突飛猛晉。南京文德里原有房屋，殊感不敷應用。爰于十九年由本社與文化基金會各半出資添建新館，舊圖書館騰出房屋亦得應用，于是工作稱便。該館現有動物學部技師二人，研究員五人，標本採集及技術員六人，植物學部技師三人，研究員三人，採集及管理員三人。俱專心于研究工作。此外又有國內各大學之教授或博物館之教師以至中學教師，來

所研究者亦甚多。每年必遣人赴全國各地採集標本，新種與主要經濟產物時有發見，標本室所藏頗稱繁富，現積有植物標本五萬餘份，動物亦萬餘份，足供所內人員作專集之參證。所刊研究論文，平均每年約十四五篇，迄今總數出在百號以上。尚有巨著，如長江流域動物誌，南京植物誌等，係通所人員合力所編著。專門參攷圖書巨著積有九百二十餘册，專門雜誌二百一十種，凡八千餘册。發刊之論文寄送各國研究機關約六百餘處，以資交換，已得者已達四百餘種。購求整部典籍之費每年常逾萬元。故該所藏蓄專書之宏富，在東南諸省實無比匹。該所研究員均為大學畢業生，其受該所陶冶而學成者，頗有其人。或方留學國外，或已任教國內。就留學言，現計留美者四人，德四人，法二人，英一人。供職國內者，計在中央研究院自然歷史博物館者三人，北京大學二人，清華大學二人，靜生生物調查所二人，山東大學三人，中央大學四人。凡此諸人均係國內生物學界有數之專家也。

(4)博物館　生物研究所成立之初，即闢南京社所南樓之下層為陳列館，公諸社會參觀者日以增多。南京之有公開自然歷史博物者實自此始。二十二年春，又於上海明復圖書館之三樓闢為第二博物館。除精選動植礦物標本外，凡考古物及國產科學儀器物品亦擬搜集陳列。

(5)科學教育　本社設有科學教育委員會，以從事調查與改良各中等學校科學上之設備與教材。民國十五年曾與駐華洛氏醫社等機關聯合，在北平清華大學辦理暑期中等學校科學教員演講會。十八年夏，由本社集股創辦中國科學圖書儀器公司於上海，以謀編譯科學叢書與製造儀器計畫之實現，

藉以解決吾國科學教育上之難題。該公司已發行初級及高級中學用之各種科學教科書，編纂者均係本社社員中之專家，以謀科學教本之改良。儀器標本之製造，或已着手，或正在計畫中。該公司並特設有科學印刷所，舉凡算式符號國際音標等之繁難設備莫不應有盡有，科學界之出版於是稱便焉。又自二十二年起，明復圖書館特添訂關于科學教育之圖書雜誌數十餘種，以便有志從事於科學教育者之參攷。蓋本社之對此問題正在由各方面推進中也。

(6)演講　本社各地舉行公開學術演講歷年不輟。有組織之演講連續舉行者以在南京爲多。最近在上海舉行生物學演講，連續有十次。而聽講者每次擁擠，尤足以喚起上海人士研究自然之興趣。

(7)審查科學名詞　自民國八年以來，本社參與科學名詞審查會。數學物理化學生物各科名詞多出本社社員之手，迄今不輟也。

(8)科學咨詢處　本社于民國十九年起，秉中央政府之意旨設立科學咨詢處。凡各界遇有科學上之疑難問題均可函社咨詢，無須納費。由各專家擬定答案，或即函知或在科學內發表，每年必有數十起。

(9)參與國際科學會議　本社自民國十五年以來，迭次代表吾國學術機關，參與在歐美日本開會之各種國際科學會議，如在美國之國際植物學會，在日本與爪哇之汎太平洋科學會議，在葡萄牙之國際人類學考古學會議等。

(10)獎金　本社爲鼓勵國內人士之研究科學起見，現設有獎金四種，每年舉行，其基金均係各方所

捐贈。一爲高女士紀念獎金，係獎國內大學生最佳之科學論文。二爲考古學獎金，係獎給考古成績之最佳者。三爲愛迭生獎金，係獎給青年之有實用新發明者。四爲范太夫人獎金，五爲美國洛氏基金獎學金，均係贊助生物研究所成績優良之研究員。

本社近況，大略如右所述。十餘年來能發展不輟以至於今日者，實受社會獎助之所賜。本社同志，感奮殊切。願以受諸社會者，供諸社會。更願舉國學者，通力合作，發揚光大，進中國科學于世界學術之林。斯則本社之志趣，想亦爲海內賢達之所期望也。

民國二十二年十月楊孝述